



universität
wien

DISSERTATION

Titel der Dissertation

“Foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population”

verfasst von

Mag. Rainer Raab

angestrebter akademischer Grad

Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 091 439

Dissertationsgebiet lt. Studienblatt: Zoologie

Betreuerin / Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Hans Winkler

Dedications

I dedicate this dissertation especially:

- to the very important person in my life Sylvia Raab, who has been supporting me for more than ten years with all her strength, power and love;
- to my sons Maximilian and Rainhard Raab;
- to my parents Herwig and Irene Raab
- to Christian H. Schulze and my co-workers Eike Julius, Claudia Schütz and Péter Spakovszky, who supported my scientific work for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard population for many years and
- to the more than 700 other people involved in the Great Bustard conservation projects for the West-Pannonian population

Table of contents

Dedications	3
Declaration	7
Summary	8
Zusammenfassung	10
Chapter 1 - Introduction	12
1.1. Distribution and population development of the Great Bustard	12
1.2. Requirements of the Great Bustard to its environment based on its biology	15
1.2.1. <i>Displaying</i>	15
1.2.2. <i>Nesting sites</i>	16
1.2.3. <i>Hatchlings/ juveniles</i>	17
1.2.4. <i>Wintering areas</i>	19
1.3. Current threats to the West-Pannonian Great Bustard population	20
1.3.1. <i>Natural threats</i>	20
<i>Predation</i>	20
<i>Harsh weather conditions</i>	21
1.3.2. <i>Human-made threats</i>	21
<i>Collisions with power lines</i>	21
<i>Agricultural intensification</i>	22
<i>Human disturbance</i>	23
<i>Human-associated habitat loss</i>	26
1.4. Topics addressed within the doctoral thesis	27
Chapter 2 - Development of the West-Pannonian population of the Great Bustard, <i>Otis tarda</i> Linnaeus 1758, from 1900 to the winter 2008/2009	28
2.1. Abstract	29
2.2. Einleitung	30
2.3. Material und Methode	31
2.3.1. <i>Untersuchungsgebiet</i>	31
2.3.2. <i>Methode</i>	37
2.4. Ergebnisse	38
2.4.1. <i>Entwicklung der Winterbestände der gesamten westpannonischen Population von 1900 bis 2009 im Überblick</i>	38
2.4.2. <i>Bestandsentwicklungen in Ostösterreich und Westungarn</i>	41
2.4.3. <i>Verbreitung der westpannonischen Population um 1970, um 1995 und um 2005</i>	55
2.5. Diskussion	60
2.6. Zusammenfassung	66
2.7. Danksagung	67
Chapter 3 - Optimizing the attractiveness of winter oilseed rape fields as foraging habitat for the West-Pannonian Great Bustard <i>Otis tarda</i> population during winter	69
3.1. Abstract	70
3.2. Introduction	70

3.3. Methods	71
3.3.1. <i>Study areas</i>	71
3.3.2. <i>Great Bustard counts</i>	73
3.3.3. <i>Winter rape fields and asphalt roads</i>	74
3.3.4. <i>Data analysis</i>	74
3.4. Results	75
3.5. Discussion.....	78
3.6. Acknowledgements.....	80
3.7. Supporting information.....	81
Chapter 4 - Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard	
<i>Otis tarda</i> population	82
4.1. Summary.....	83
4.2. Introduction	83
4.3. Methods	85
4.3.1. <i>Study areas</i>	85
4.3.2. <i>Flight directions of Great Bustards after take-off</i>	87
4.3.3. <i>Data analysis</i>	87
4.4. Results	88
4.5. Discussion.....	93
4.6. Acknowledgements.....	95
Chapter 5 - Underground cabling and marking of power lines: conservation measures rapidly	
reducing mortality of West-Pannonian Great Bustards <i>Otis tarda</i>	96
5.1. Summary.....	97
5.2. Introduction	97
5.3. Methods	98
5.3.1. <i>Study area</i>	98
5.3.2. <i>Underground cabling and marking of power lines</i>	99
5.3.3. <i>Data collection</i>	101
5.3.4. <i>Data analyses</i>	101
5.4. Results	102
5.5. Discussion.....	104
5.6. Acknowledgements.....	105
Chapter 6 - Synopsis.....	107
References	108
Acknowledgements.....	122
Curriculum Vitae (2013.09.05)	125
Publication list (2013.09.05).....	129
List of presentations in conferences and meetings (examples, <i>in German</i>) (2013.09.05).....	135

Declaration

I hereby declare that this dissertation has not been submitted to obtain a degree at any other university. With the exception of the assistance noted in the acknowledgments, this thesis is entirely my own work. I authorize the University of Vienna to lend this document, or reproductions of this document by photocopying or any other means, in total or in part, at the request of other institutions or individuals for the purpose of research. It is a condition of use of this dissertation that anyone who consults, must recognize that the copyright rests with the author and that no quotation from the dissertation and no information derived from it may be published unless the source is properly acknowledged.

Summary

The population of the Great Bustard (*Otis tarda*), one of the heaviest flying birds and a species that requires large areas of habitat, has declined markedly in Central Europe over much of the 20th century. Important West-Pannonian subpopulations of the Great Bustard can be found to this day between the two capital cities Vienna and Bratislava. These populations will continue to be threatened by habitat changes over the coming years. The main aim of this doctoral thesis is to work out new foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard population, based on the requirements of and threats to the species, as well as on existing experiences with conservation measures. Results should be applicable not only in Austria, but also in adjacent areas of Slovakia, the Czech Republic and Hungary.

The thesis consists of several parts. The introduction (Chapter 1) gives a short overview on the global distribution and the population development of the Great Bustard. Furthermore requirements of the Great Bustard to its environment are described, based on several aspects of its biology, such as courtship behaviour or rearing the offspring. Finally current threats to the West-Pannonian Great Bustard population are illustrated, distinguishing between natural and human-made threats. The introduction is followed by four publications, describing the population development of the West-Pannonian Great Bustard population (Raab et al. 2010, Chapter 2), some aspects of its behavioural ecology, namely use of winter oilseed rape fields as foraging habitat during winter (Raab et al. under review, Chapter 3) and flight behaviour characteristics depending on the presence of power lines (Raab et al. 2011, Chapter 4). Furthermore the efficiency of implemented conservation measures is illustrated (Raab et al. 2012, Chapter 5).

The first article reports developments in the West-Pannonian population of the Great Bustard between the years 1900 and 2008/2009. Recent population numbers were acquired by regular monitoring activity at 7 main study sites; historic numbers are based on the available literature and in some cases on estimates. The West-Pannonian population of the Great Bustard showed a marked decline in numbers from a total of at least 3,500 individuals in 1900 to about 130 in 1995. Factors implicated in this decline are habitat changes caused mainly by agricultural transformations and the development of human infrastructure, but also hunting pressure. As a result of intensive and transborder protective measures the population recovered

from the low in 1996 to a population of at least 376 individuals in the winter of 2008/2009. Study results show furthermore that there is exchange between the Great Bustard sub-populations within the West-Pannonian population, and that population trends clearly depend on the availability of conservation plots. Results also show that smaller and temporarily abandoned Great Bustard areas can be resettled from well reproducing subpopulations.

The second article investigates which characters of oilseed rape fields – an important food source for Great Bustards during winter time (November – March) – increase their attractiveness for the species in its West-Pannonian wintering area. Statistical analyses showed that field size most strongly affected occurrence and abundance of Bustards. The availability of large (> 15 ha) winter rape fields far from asphalt roads is recommended as a prime conservation measure to improve habitat quality for Great Bustards during winter.

In the third article a strong effect of power lines on the flight behaviour of Great Bustards is shown, at least up to a distance of 800 m, and perhaps even up to 1,600 m. Although the documented avoidance behaviour may significantly reduce the risk of collision with power lines, it most likely has severe consequences for the spatial movement of birds.

The fourth article evaluates the success of two conservation measures, implemented in order to reduce the number of power line collisions, representing an important mortality factor for Great Bustards. Results indicate that underground cabling as well as marking of power lines within the core area of the West-Pannonian distribution range of the Great Bustard significantly decreased the mortality rate of the population.

The final chapter considers implications of the findings and provides general conclusions.

Zusammenfassung

Über viele Jahrzehnte ging der Bestand der Großtrappe (*Otis tarda*), einer der schwersten flugfähigen Vogelarten mit großen Raumansprüchen, in Mitteleuropa rapide zurück. Wichtige Teilbestände der westpannonischen Population befinden sich auch heute noch im Raum zwischen den beiden Großstädten Wien und Bratislava und sind daher auch in den nächsten Jahren durch Veränderungen ihres Lebensraumes bedroht. Ziel der Dissertation ist es, aufbauend auf die Anforderungen und Gefährdungen der Großtrappe sowie die Erfahrungen bisheriger Schutzbemühungen neue Grundlagen zum Schutz der westpannonischen Population der Großtrappe auszuarbeiten, die nicht nur in Österreich sondern auch in den angrenzenden Gebieten der Slowakei, Tschechiens und Ungarns angewendet werden können. Die kumulative Dissertation ist in mehreren Teilabschnitten abgefasst. In einem einleitenden Kapitel werden Verbreitung und Bestand der westpannonischen Population sowie die Biologie und die Gefährdungen der Großtrappe dargestellt. Anschließend befinden sich vier Artikel, die wichtige Grundlagen zum Schutz der westpannonischen Population der Großtrappe beinhalten.

Im ersten Artikel werden die Ergebnisse des Monitorings von Beständen der Großtrappe in sieben Haupteinstandsgebieten in Österreich, Ungarn und der Slowakei von etwa 1990 bis 2009 im Detail dargestellt. Anhand von weiteren Daten seit 1900 wird die Bestandesentwicklung der westpannonischen Population der Großtrappe über etwa ein Jahrhundert hinweg beschrieben. Der Bestand der Großtrappe ging im westpannonischen Raum von mindestens 3.500 Individuen im Jahr 1900 auf ca. 130 Individuen im Jahr 1996 zurück. Dieser dramatische Rückgang ist vor allem auf Habitatveränderungen, verursacht durch Änderung der Landwirtschaft und Ausweitung der Infrastruktur, aber auch auf Bejagung, zurückzuführen. Dank intensiver und grenzüberschreitender Schutzmaßnahmen wuchs der Bestand bis zum Winter 2008/2009 wieder auf mindestens 376 Individuen an. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bestände der westpannonischen Population der Großtrappe zusammenhängen, dass Bestandsentwicklungen in den Teilgebieten wesentlich vom Angebot an Schutzflächen abhängen, und, dass kleinere oder vorübergehend verlassene Trappengebiete von gut reproduzierenden Teilpopulationen aus wiederbesiedelt werden können.

Im zweiten Artikel wird untersucht, durch welche Eigenschaften die Attraktivität von Rapsfeldern – eine wichtige Nahrungsquelle für Großtrappen während der Winterzeit (November bis März) – für die Art in ihrem westpannonischen Überwinterungsgebiet erhöht werden kann. Statistische Analysen zeigen, dass die Feldgröße am stärksten das Auftreten und die Abundanz von Trappen beeinflusst. Die Verfügbarkeit von großen (>> 15 ha) Rapsfeldern, fernab von asphaltierten Straßen, wird als wichtige Schutzmaßnahme empfohlen, um die Habitatqualität für Großtrappen im Winter zu verbessern.

Im dritten Artikel werden die Effekte von Mittel- und Hochspannungsleitungen auf das Flugverhalten der Großtrappe analysiert, wobei ein Einfluss auf das Abflugverhalten bis zu einer Entfernung zur Freileitung von zumindest 800 m, möglicherweise sogar bis 1.600 m nachweisbar ist. Obwohl dies das Kollisionsrisiko an Freileitungen reduzieren kann, hat es auch einschneidende Konsequenzen für die räumliche Bewegung der Vögel.

Der vierte Artikel evaluiert den Erfolg zweier Schutzmaßnahmen, die umgesetzt wurden, um Stromleitungskollisionen – ein bedeutender Mortalitätsfaktor für Großtrappen – zu reduzieren. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl Erdverkabelung als auch das Markieren von Stromleitungen innerhalb des Kerngebietes der westpannonischen Verbreitung der Großtrappe zu einem signifikanten Rückgang der Mortalitätsrate führte.

Als letztes Kapitel folgen allgemeine Schlussfolgerungen.

Chapter 1 - Introduction

1.1. Distribution and population development of the Great Bustard

The world population of the Great Bustard is splitted up in several isolated sub-populations reaching from North Morocco and the Iberian Peninsula to Central and Eastern Europe, Central Asia and eastwards to Northeastern China (Glutz von Blotzheim et al. 1994, del Hoyo et al. 1996, Palacín & Alonso 1998, Raab et al. 2010, Fig. 1.1).

The Great Bustard is a globally threatened bird species, categorized as “vulnerable” according to the latest IUCN criterions (Collar et al. 1994, BirdLife International 2012). The world population covers about 44,100 to 57,000 individuals, of which European Russia holds 15 – 25 % (Alonso & Palacín 2010). China, Mongolia and south-eastern Russia cover 4 – 10 % (Alonso & Palacín 2010). Portugal covers 3 – 4 % and Hungary holds 3 % (Alonso & Palacín 2010). Eleven other countries cover less than 3 % of the Great Bustard population worldwide (Alonso & Palacín 2010). However with 29,400 – 34,300 individuals, representing 57 – 70 % of the world population, Spain holds the largest part of the Great Bustard population (Alonso & Palacín 2010). In Central and Eastern Europe, Hungary holds the largest part of the Great Bustard population with 1,413 – 1,582 individuals (Alonso & Palacín 2010), followed by Ukraine and Austria (Fig. 1.2).

During the 20th century the European Great Bustard population suffered large declines mainly due to agricultural intensification, hunting and infrastructural reinforcement (del Hoyo et al. 1996). Also in the last twenty years some breeding populations have shown negative trends and a few populations even became extinct. In Bulgaria for example the last breeding was recorded in 1997 (Deleriev et al. 2004). In Poland two individuals could be observed until 1991 and the species is considered to be extinct since 1993 (Goriup 1994). Despite the extinction and the negative trend of some Great Bustard populations in the last three decades, the total number of Great Bustards didn't decrease during the last twenty years (Palacín & Alonso 2008). It seems that the strong positive population trend of the Spanish Great Bustard population – as the most important stronghold of the Great Bustard worldwide – can compensate the declines (Palacín & Alonso 2008). The first reliable estimation in Spain based on census results of 1981/1982, 1987/1988 and 1993/1994 stated a population of around 17,000 – 19,000 birds (Alonso & Alonso 1996). In 2002 the population of the Iberian peninsula was already estimated at 24,490 Great Bustards (Alonso et al.

2003). A further increase of the population led to a total population number of 27,500 – 30,000 (Palacín & Alonso 2008) and in 2010 the Spanish Great Bustard population was estimated at about 29,400 – 34,300 (Alonso & Palacín 2010).

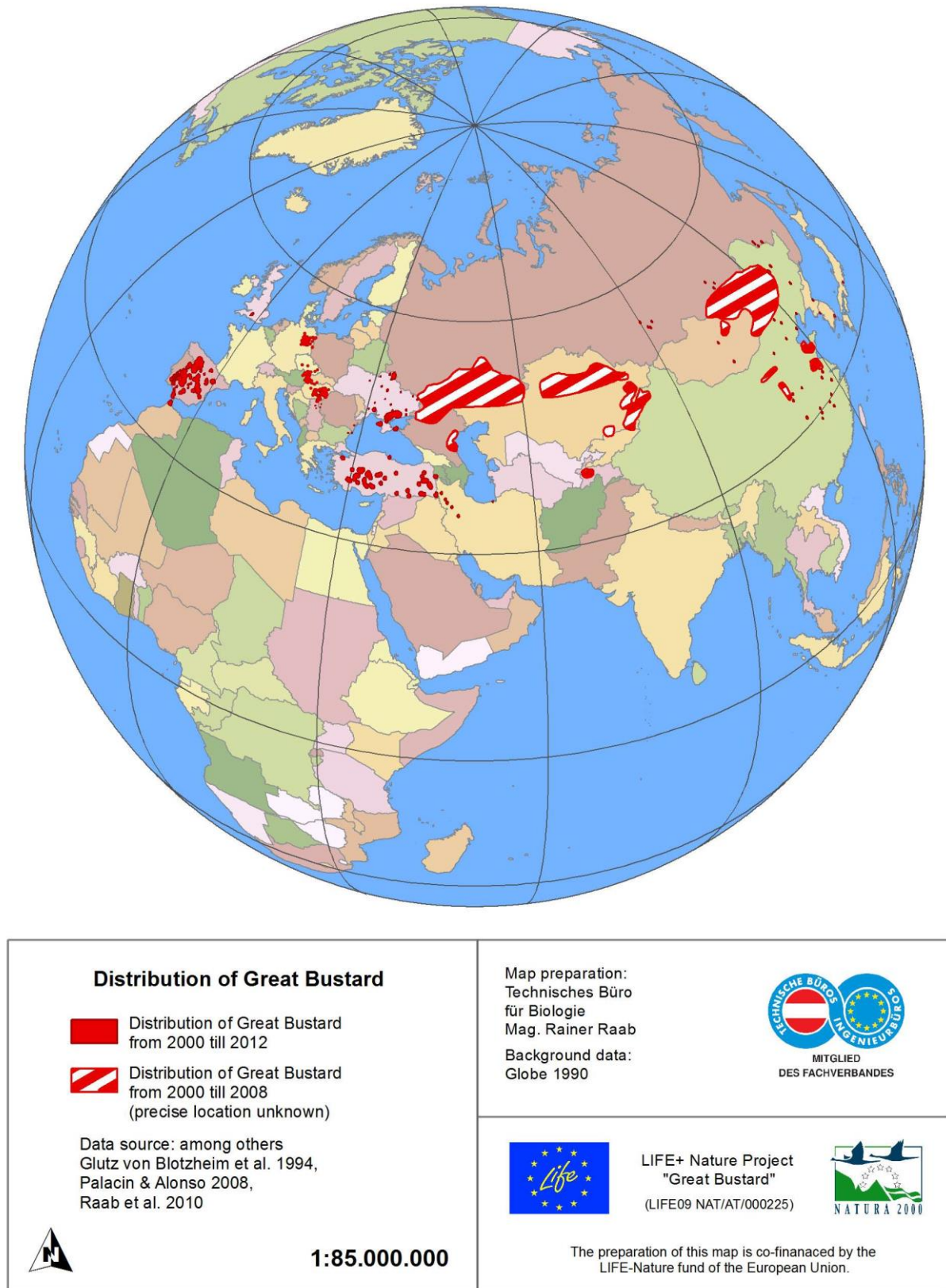


Fig. 1.1: Worldwide distribution of the Great Bustard *Otis tarda* from 2000 to 2012.

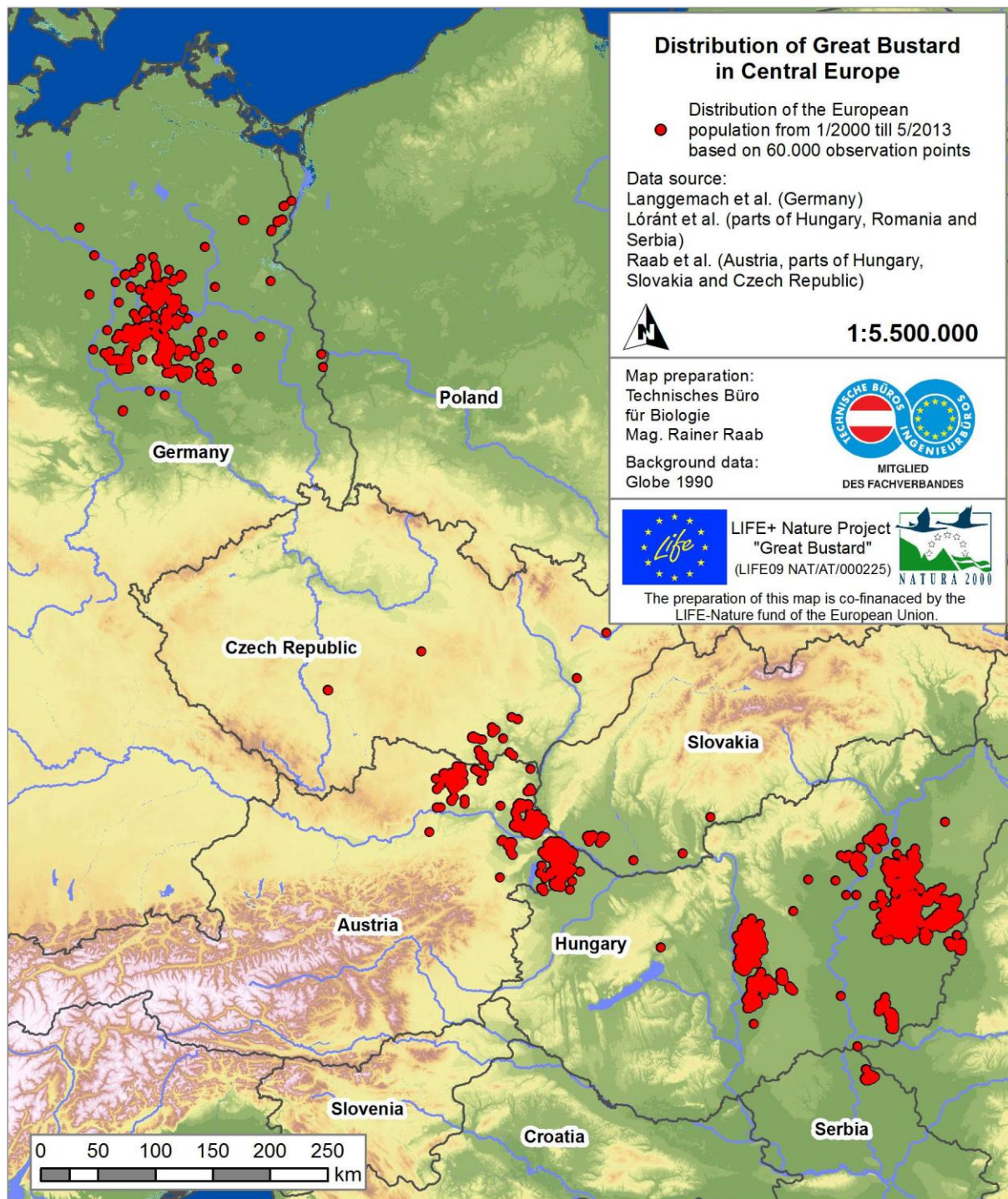


Fig. 1.2: Distribution of the Great Bustard *Otis tarda* in Central Europe from 1/2000 to 5/2013.

Beside Spain and Portugal, also the Austrian Great Bustard population showed a positive trend during the last years. Although the population decreased from 150 – 170 individuals at the beginning of the 1970s to around 60 individuals in the 1990s (Kollar 2001), it recovered to ca. 210 individuals at 2008 (Raab et al. 2010) and to ca. 240 individuals at 2012 (Raab et al. unpub.).

The West-Pannonian Great Bustard population – comprising the Austrian and parts of the Hungarian and Slovakian population – also showed a positive population trend during the last years. Whereas in 1996 the population comprised only around 130 individuals, it reached a total number of 376 individuals in the winter 2008/2009 (Raab et al. 2010) and a total number of 442 in the winter 2011/2012 (Raab et al. unpub.).

1.2. Requirements of the Great Bustard to its environment based on its biology

The Great Bustard is a priority species under Annex I of the European Union Birds Directive, but is still facing an unfavourable conservation status in Europe (BirdLife International 2004a, Nagy 2009). Financial and political tools (e. g. LIFE Nature) allow projects to help improving the conservation status of this endangered bird species. The more is known about how to satisfy the requirements of the Great Bustard to its environment, the more efficient these conservation tools can work.

1.2.1. Displaying

The Great Bustard is a polygamous bird species, establishing no real pair-bond (del Hoyo et al. 1996). As a consequence the females are left on their own with nesting, incubation and rearing the offspring. The males however advertise themselves, trying to attract as many females as possible (del Hoyo et al. 1996). In moderately clumped flocks – but still preserving distances of one to several hundred metres between each other – the male Great Bustards perform their spectacular displays (del Hoyo et al. 1996). In a matter of seconds the birds inflate their gular sac, expose their white undertail-coverts by laying the tail flat on the back and twist their inner secondaries from the inside outwards, turning the otherwise camouflage coloured males into brilliant white balls visible at a distance of several kilometres (del Hoyo et al. 1996). For displaying the males gather between late winter and early spring at so-called leks, traditional sites, where females choose their preferred male for copulating. These sites are selected by Great Bustards in a way that a maximum probability of encountering females (hotspot hypothesis), a minimized predation risk and low levels of human disturbance are ensured (Alonso et al. 2012, Burnside et al. 2013). Adult Great Bustards of both sexes show high fidelity to these lek-sites (Alonso et al. 2000, Morales et al. 2000). Furthermore dispersing individuals of Great Bustards seem to use rather

conspecific cues such as number of birds and breeding success than other habitat quality characteristics to decide where to settle (Alonso et al. 2004). This leads – as predicted by the conspecific attraction hypothesis – to additive aggregation, which is a clustering of individuals at traditional occupied sites, leaving other areas of suitable habitat unoccupied (Alonso et al. 2004, Stamps 1988). Between 1988 and 1998 a Spanish Great Bustard metapopulation in Madrid province for example increased by 23 %, but not equally among the different leks: already large leks in 1988 showed further increase, whereas small leks showed decreasing trends over the years (Alonso et al. 2004). Furthermore the spatial distribution of the leks remained stable during the decade (Alonso et al. 2004), although additional patches of suitable habitat were available (Lane et al. 2001, Osborne et al. 2001).

This low flexibility of Great Bustards in occupying new lek-sites combined with the concentration of the population in just a few areas makes the population more vulnerable to local catastrophes, such as diseases or habitat degradation (Alonso et al. 2004). Moreover Great Bustards show sex-biased dispersal, with females being philopatric while males disperse from their natal areas (Alonso et al. 1998). Therefore a reduction in the number of occupied leks makes the maintenance of genetic diversity difficult as the dispersal possibilities for males are reduced (Alonso et al. 2004).

As a consequence strict habitat conservation measures for securing the future occupancy of traditional lek-sites will be more efficient than an establishment of new alternative patches of suitable habitat (Alonso et al. 2004, Lane et al. 2001, Osborne et al. 2001). These conservation measures should be particularly directed towards smaller leks, which are in higher risk of being abandoned (Alonso et al. 2004).

1.2.2. Nesting sites

The size of a Great Bustard clutch is generally two to three eggs (del Hoyo et al. 1996, Morgado & Moreira 2000, Rocha et al. 2013) and the eggs are incubated for 24 or 25 days (del Hoyo et al. 1996). As the hatching is asynchronous, incubation may start with the first egg (del Hoyo et al. 1996).

The nest is always located on bare ground, sometimes being scrapped clear of vegetation and slightly moulded (del Hoyo et al. 1996). Regarding nest site selection a preference for cereal fields and fallows has often been reported (Moreira et al. 2004, Morgado & Moreira 2000, Magaña et al. 2010, Rocha et al. 2013), two land-cover types that show the densest vegetation cover in spring compared with other vegeta-

tion types (Magaña et al. 2010). At the same time nesting females prefer sites with good horizontal visibility (Magaña et al. 2010). These preferences may reflect a trade-off between nest concealment and maintaining some view on the surrounding to reduce the risk of predation (Magaña et al. 2010, Götmark et al. 1995), representing a major threat to the ground breeding Great Bustard (Bravo et al. 2012, Burnside et al. 2013, Langgemach 2008, 2009).

Besides providing cover against predators, dense vegetation can also have thermoregulatory benefits on breeding females (Faragó 1986). Furthermore nesting on slopes in a way that breeding females are protected from cold and wet winds also indicates that thermoregulation is an important issue in nest site selection (Magaña et al. 2010).

Additionally females prefer to nest far from man-made structures (Magaña et al. 2010), as Great Bustards are very sensitive to higher disturbance levels associated with such infrastructures (Sastre et al. 2009).

To ensure the successful breeding of Great Bustards farming activities on cereal fields – a preferred habitat type for breeding – should be adapted to the breeding phenology of the females to avoid the destruction of clutches (Magaña et al. 2010, Rocha et al. 2012).

Furthermore also a sufficient supply of fallow land should be obtained, offering not only an important breeding habitat (Magaña et al. 2010, Morgado & Moreira 2000, Rocha et al. 2012), but also high densities of arthropods and important refuges in the post-breeding period for female Great Bustards with their hatchlings when the main cereal areas are already harvested (Magaña et al. 2010).

It has often been stressed that the main lekking areas have high nest densities in their vicinity (Alonso et al. 2000, Morgado & Moreira 2000). However focussing conservation measures only on lek areas and their proximity would of course not cover all nest sites (Magaña et al. 2011). But by including a buffer of ca. 8 km around the lekking areas, conservation measures can affect up to 80 % of nest sites and probably a much larger area of habitat suitable for breeding (Magaña et al. 2011).

1.2.3. Hatchlings/ juveniles

The hatchlings of Great Bustards are precocial. During their first days they are led by their mother, who gathers them under her wings for the night (del Hoyo et al. 1996). The hatchlings are fed by their mother predominantly on insects, as young birds need

protein-rich food sources for rapid growth (Bravo et al. 2012, del Hoyo et al. 1996, Glutz von Blotzheim et al. 1994). However the young themselves quickly learn to peck at grass stems, pebbles and small invertebrates (del Hoyo et al. 1996). Females stay in contact with their offspring due very quiet purrs and trills (del Hoyo et al. 1996).

Fledging occurs at the age of four to five weeks, although the young are still only half-grown by then (del Hoyo et al. 1996). When the young are fully grown, they become independent. That usually takes place several months after fledging, leading to the maintaining of the parental bond even through the winter (del Hoyo et al. 1996). As a consequence small flocks consisting of several females with their offspring can be observed in winter (Glutz von Blotzheim et al. 1994).

Young female Great Bustards usually start breeding at the age of three, while in male Great Bustards first copulations take place at the average age of six years (del Hoyo et al. 1996).

During the first months after hatching the main mortality causes for young Great Bustards are of natural origin, such as predation and starvation (Martín et al. 2007).

Predation is an often stressed problem for juveniles of the Great Bustards across its geographic range, with Red Foxes (*Vulpes vulpes*) being the main predators (e. g. Germany: Eschholz 1996; Spain: Alonso et al. 1998, Hungary: Faragó 2005, Ukraine: Yaremchenko & Bakhtiyarov 2006).

Another common reason for hatchling mortality is starvation because of low arthropod stocks (Litzbarski & Litzbarski 1996a, Ludwig 1996). If arthropod density is low, experiments on captive Great Bustards showed a reduction of feeding intensity of female Great Bustards (Litzbarski & Litzbarski 1996a). Furthermore an increase in the distance covered by the females and hatchlings could be observed while searching for food, with the females walking away from their hatchlings up to 60 m – a remarkably long distance, that could never be observed at higher arthropod densities (Litzbarski & Litzbarski 1996a). At low arthropod densities also the daily activity lasts longer: females and hatchlings start searching for food early in the morning and finish foraging late in the evening, moving through vegetation partly wet with dew and spending no time resting (Litzbarski & Litzbarski 1996a). These physical and psychic stress caused by low food density during their first days of life often result in death of the hatchlings.

Between the first summer and the second year non-natural mortality causes gain in importance, such as harvesters or collisions with power lines (Martín et al. 2007).

To increase the survival probability of hatchlings and young Great Bustards, a first step will be a bustard-friendly management of suitable habitat, as the intensification of grassland cultivation for example leads to a reduction of mobility in the hatchlings because of a fast growing, very dense vegetation (Litzbarski & Litzbarski 1996a, Ludwig 1996). Very dense vegetation additionally leads to an unfavourable microclimate on the ground due to a decrease of sunlight, warmth and an increase of moisture (Litzbarski & Litzbarski 1996a, Ludwig 1996). Use of biocides within agricultural intensification furthermore reduces density of arthropods (Ludwig 1996), the main food resource for young Great Bustards during their first days (Lane et al. 1999, Litzbarski & Litzbarski 1996a).

As a consequence agricultural extensification measures would clearly improve the circumstances for rearing Great Bustards hatchlings (Litzbarski & Litzbarski 1996a, Rocha et al. 2012). Bustard-friendly habitat management also includes the delaying of the harvest of preferred breeding habitats, at least until the hatchlings are able to escape from the harvester (Magaña et al. 2010). Also certain practices such as the inward concentric harvesting should be avoided (Magaña et al. 2010).

Furthermore Great Bustard hatchlings would also benefit from an efficient predator control through game management or by offering fenced-off areas for breeding females (Faragó 2005, Langgemach 2005).

1.2.4. Wintering areas

The main components of Great Bustards' diet are green plant material, invertebrates and seeds (Lane et al. 1999, Rocha et al. 2005). These three main components show seasonal variation in the relative abundance taken by the birds, with a shift towards green plant material during winter months. In north-west Spain for example the faeces of Great Bustards consisted almost entirely of green plant material and contained only very little of invertebrates and seeds between December and March (Lane et al. 1999). Thereby cultivated lucerne (*Medicago sativa*) occurred most frequently in the droppings of Great Bustards and seemed to be an important component of their diet especially from November to May (Lane et al. 1999). Beside lucerne also the importance of rape fields as winter foraging habitat for Great Bustards has often been emphasised (Kalmár & Faragó 2008, Litzbarski et al. 1987, Sterbetz

1980). Within the West-Pannonian Great Bustard population especially large (>> 15 ha) winter rape fields far from asphalt roads seem to improve the habitat quality for Great Bustards during winter time. (Raab et al. under revision).

Therefore providing a sufficient supply of herbaceous plant material and ensuring access to at least parts of these cultivations during winter months should be a priority in habitat management for Great Bustards.

1.3. Current threats to the West-Pannonian Great Bustard population

1.3.1. Natural threats

Predation

Predation is a threat primarily applying to eggs, juveniles and immature Great Bustards. Predation of eggs and hatchlings has been reported to be a serious threat to Great Bustards all over their range (Alonso et al. 1998, Burnside et al. 2012, Eschholz 1996, Faragó 2005, Langgemach 2005, Martín et al. 2007, Rocha et al. 2012, Yaremchenko & Bakhtiyarov 2006). Thereby nocturnal mammalian predators such as racoon-dogs (*Nyctereutes procyonoides*), badgers (*Meles meles*) and foxes (*Vulpes vulpes*) are suspected to be the major reason for losses of clutches and chicks as well as corvid birds preying upon the eggs (Bankovics 2005, Burnside et al. 2012, Langgemach 2005, Rocha et al. 2012). Under normal circumstances predation is a natural process being beneficial for both the predator and the prey (Langgemach 2005). However in the case of Red Foxes humans interfered in this predator-prey relationship by immunization against rabies. Combined with bustard-friendly, extensive management measures a significant increase of fox populations and an enhanced predation pressure was the consequence (Faragó 2005, Langgemach 2005). Within the LIFE-Nature project (LIFE05 NAT/A/000077) addressing bustard conservation of the West-Pannonian population an intensive control of predator mammals was carried out in the three main Great Bustard areas Western Weinviertel, Marchfeld and Parndorfer Platte – Heideboden. Due to arrangements with local hunters a control of fox populations was possible in order to effectively protect especially clutches and chicks of Great Bustards. To reduce predation pressure large scale hunting took place in winter time. During the rest of the year foxes were hunted as intensive as possible within the legal framework.

Harsh weather conditions

During the breeding season heavy rain can have negative impacts on the reproductive success of Great Bustards in several ways. Heavy rain in combination with disturbances, such as grazing domestic animals or predators, making the hen leave the nest and can lead to a complete abandonment of the wet nests with the uncovered, cooled eggs (Bankovics 2005). Even without previous disturbances long-lasting periods of rain can cause a flooding of the whole clutch (Bankovics 2005). Furthermore heavy rain and downpours during the hatching period can increase the mortality among the small, downy chicks due to their lowered thermoregulation capacity (Bankovics 2005, Morales et al. 2002).

Also harsh winters can represent a critical period for Great Bustards (Bankovics 2005, Farragó 2005). Food shortage due to a deep, persistent snow cover can cause losses because of starvation (Eschholz 1996). Furthermore it can force Great Bustards to leave their wintering areas (Bankovics 2005, Faragó 2005, Streich et al. 2006). These facultative migration movements can also result in heavy losses because of moving through unfamiliar sites (Eschholz 1996, Faragó 2005). In winter females and their offspring join flocks with other families and non-breeding females (Alonso et al. 1998, Morales et al. 2002). In these winter flocks juveniles still depend on their mother and mother-offspring feedings can be observed (Alonso et al. 1998, Morales et al. 2002). Such long-lasting maternal effort in combination with the harsh environmental conditions makes the winter months a critical period especially for the females. Therefore an improvement of the females' condition over the winter through a sufficient food supply, will result in an enhanced productivity in the following breeding season (Morales et al. 2002).

Whereas almost nothing can be done to reduce the negative consequences of unfavourable weather conditions during the breeding season, harsh winter conditions can be mitigated by ensuring access to some food the whole winter (Raab et al. under revision). Hence the risk of starvation as well as the likelihood of escape flights during winter months will be reduced.

1.3.2. Human-made threats

Collisions with power lines

Collision with overhead power lines is one of the most significant mortality factors for fully grown (i.e. immature and adult) Great Bustards. Collisions with power lines have

been known as a threat to Great Bustards nationally and internationally since overhead power lines were first being built. Power lines have frequently been reported to be lethal obstacles for Great Bustards (Alonso et al. 2005, Janss 2000, Janss & Ferrer 1998, Martín et al. 2007, Raab et al. 2011, 2012, Reiter 2000a).

As Great Bustards have small and broad wings combined with high wing loads they are classified as “poor flyers” according to Rayner’s categorisation (Rayner 1988), making rapid reactions to unexpected obstacles difficult (Bevanger 1998). But also visual field topographies may represent a key aspect in explaining the high collisions risk of Otidae with power lines (Martin & Shaw 2010).

Additionally the risk of collision increased if such man-made structures were placed on or near areas regularly used by larger numbers of feeding, breeding or roosting birds or on local flight paths, for example between foraging and nesting or roosting areas (Everaert & Stienen 2007).

Beside the risk of power line collisions, such artificial structures can also lead to habitat fragmentation as they influence the spatial movements of Great Bustards (Raab et al. 2011). Although the adaptation of flight routes after takeoff in order to avoid the crossing of nearby power lines may reduce the risk of collision, it may at the same time have severe impacts on the spatial movements of Great Bustards within their distribution area (Raab et al. 2011).

One way to mitigate the risk of power line collisions is a contrast enhancement of wires against the background by using power line markers such as coloured PVC spirals or avian flight diverters at already existing power lines (Alonso et al. 1994, De La Zerda & Rosselli 2003, Frost 2008, Raab et al. 2011, Yee 2008). To eliminate every negative effect of power lines on birds, transferring the power lines into the ground would be even more recommended than the marking of the wires (Raab et al. 2012).

Agricultural intensification

As inhabitant of an open landscape, largely free of trees and shelter belts (del Hoyo et al. 1996), the Great Bustard is usually confronted with habitats dominated by agricultural land-use systems. Therefore agricultural intensification, encouraged by agricultural specialisation and price policy (Nagy 2009), has negative impacts on Great Bustard populations due to the loss of suitable habitat (Alonso et al. 2005, Moreira et al. 2004, Osborne et al. 2001, Pinto et al. 2005, Suárez-Seoane et al. 2002).

In Great Bustards the selection of foraging habitat underlies seasonal changes in response to food availability and specific habitat requirements (Moreira et al. 2004, Palacín et al. 2012). During breeding season males choose fallows over other habitat types whereas female Great Bustards primarily use cereal fields or fallows as nesting sites (Magaña et al. 2010, Moreira et al. 2004, Morgado & Moreira 2000, Rocha et al. 2013). During winter months also herbaceous plants such as cultivated lucerne (*Medicago sativa*) and oilseed rape (*Brassica napus*) become important (Kalmár & Faragó 2008, Faragó 1996, Kurpé 1996, Lane et al. 1999, Raab et al. under revision).

Thus maintaining a mosaic of different habitat types seems to be essential for providing a suitable living environment to Great Bustards (Moreira et al. 2004). However agricultural intensification leads to a simplification of the landscape and a loss of necessary habitats (Moreira et al. 2004). Therefore the implementation of a rotational crop system can promote a bustard-friendly habitat mosaic (Martín et al. 2012, Moreira et al. 2004). As such crop systems are low profitable, financial support should be provided to involved farms (Moreira et al. 2004).

Within the LIFE-nature project LIFE05 NAT/A/000077 around 5,500 ha of arable land were cultivated in a bustard-friendly manner by means of the Austrian Rural Development Programm. This involved for example the cultivation of special Great Bustard fallows, on which the use of fertilizer or any plant protection agent were prohibited and which underlied special mowing restrictions. Furthermore also the cultivation of winter wheat was supported. Being a preferred breeding habitat the access to these Great Bustard winter wheat fields between April 20th and harvest was prohibited as well as the irrigation of these fields to avoid disturbances. Also suitable winter grazing areas for Great Bustards were supported by means of the Austrian Rural Development Programm.

Human disturbance

Different recreational activities, traffic (including also agricultural and air traffic) or domestic animals represent common sources of human disturbances for Great Bustards (Bankovics 2005, Sastre et al. 2009, Torres et al. 2011).

Beside the source of disturbance also the main characteristics of disturbances such as frequency of occurrence, disturbances per unit time and type of response shown

by Great Bustards may be useful for conservation management to identify the most harmful sources of disturbances for Great Bustards (Sastre 2009).

According to the response human disturbances cause in Great Bustards two categories can be distinguished. “Low-risk threatening factors”, such as tractors or sheep herds, cause variable reactions in Great Bustards, but running is an often shown response in these cases (Sastre et al. 2009). “High-risk threatening factors” (cars, walkers, helicopters etc.) usually cause a flight response in Great Bustards (Sastre et al. 2009). Such escape flights are classified as “highly risky” as they can have severe impacts on the energy budget of Great Bustards (Sastre et al. 2009). Moreover the risk of collisions with power lines is increased by such escape flights (Sastre et al. 2009).

In the main distribution areas of the West-Pannonian Great Bustard population human disturbances causing a flight response in bustards are associated with agricultural activities, traffic or recreational activities (Fig. 1.3). Monitoring activities leading to escape flights are not considered.

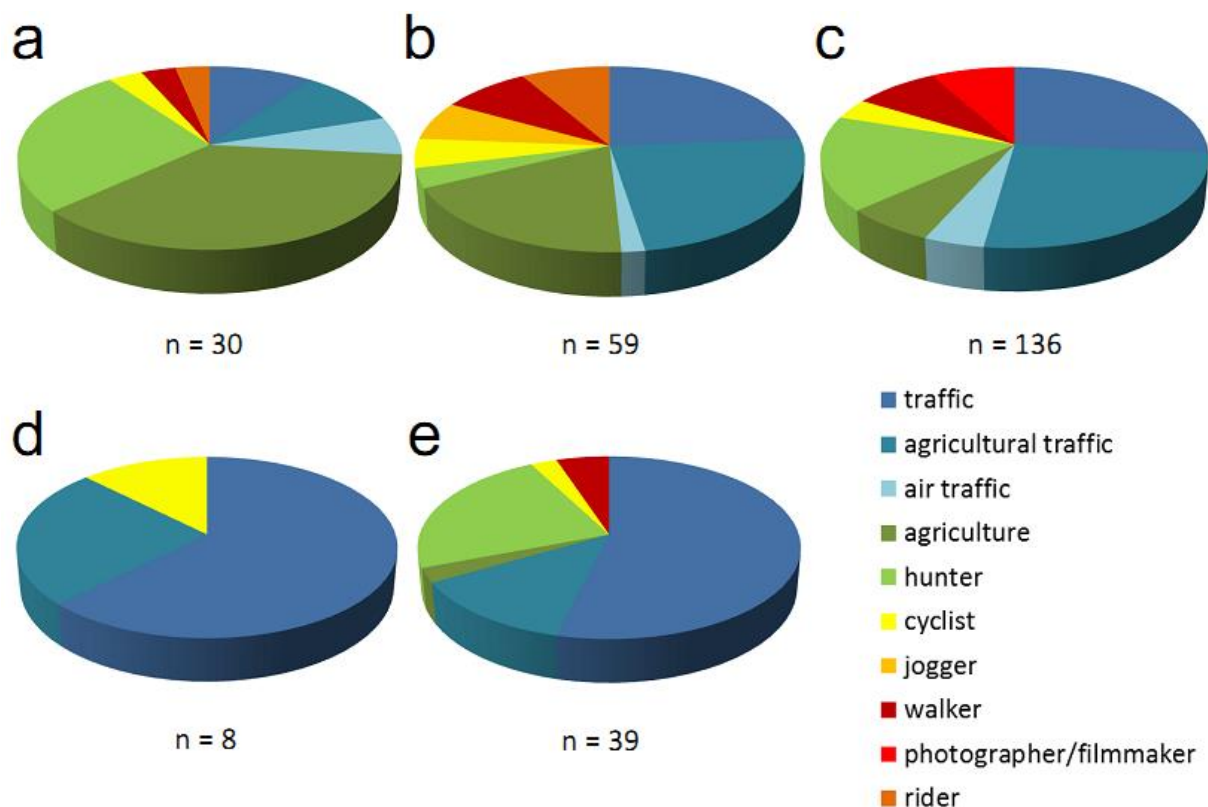


Fig. 1.3: Sources of human disturbances causing a flight response in the West-Pannonian Great Bustard population in the main distribution areas (a) “Marchfeld”, (b) “Western Weinviertel”, (c) “Parndorfer Platte – Heideboden”, (d) “Hanság” and (e) “Mosonszolnok” between August 2002 and June 2010. Monitoring activities leading to escape flights are not considered (data source: Technical Office for Biology Mag. Rainer Raab).

In four of the five main distribution areas traffic (including also agricultural traffic like harvesters or tractors and air traffic such as helicopters) is the main disturbance source leading bustards to take-off (Fig. 1.3 b-e). Only in “Marchfeld” agriculture – such as farmers working on the fields – is the main disturbance source (Fig. 1.3 a).

Also in other studies traffic has been reported to be a main source of disturbance for Great Bustards (Bankovics 2005, Sastre et al. 2009), what is also reflected by the birds’ avoidance of human infrastructures such as roads or tracks in habitat selection (Alonso et al. 2012, Burnside et al. 2013, Lane et al. 2001, Osborne et al. 2001, Palacín et al. 2012).

Therefore access restrictions at least at the main Great Bustard areas should be established to keep the disturbance level low (Sastre et al. 2009).

The Great Bustards may benefit from this lowered disturbance level especially during the most sensitive periods of the year. During the breeding season disturbances can interrupt mating activities (Nagy 2009) or can even cause nest abandonment (Gewalt 1959, Ludwig 1996), leading to a reduction in the reproductive success of a population. In winter an increase of vigilance behaviour due to higher disturbance levels can lead to a decrease of feeding behaviour and – combined with escape flights in response to disturbances – it would be hard to maintain a positive energy budget during short winter days (Riddington et al. 1996).

Lack of public information and a limited appreciation of Great Bustards and their habitats can lead to unnecessary disturbances. Bustards, particularly in the breeding season, can be disturbed through leisure activities such as horse riding, cycling, photography, nature observation, private aircraft or nordic walking. Disturbance can also seriously affect reproductive success. If eggs or juvenile bustards are left alone by the female due to anthropogenic disturbance, they are prone to a higher risk of predation.

In the main distribution areas of the West-Pannonian Great Bustard population large parts of the road network are banned from driving, working against traffic as the major source of disturbance. Although traffic still represents the major source of human disturbances, human disturbances in general cause less often a flight response in bustards than non-human sources of disturbances (Fig. 1.3).

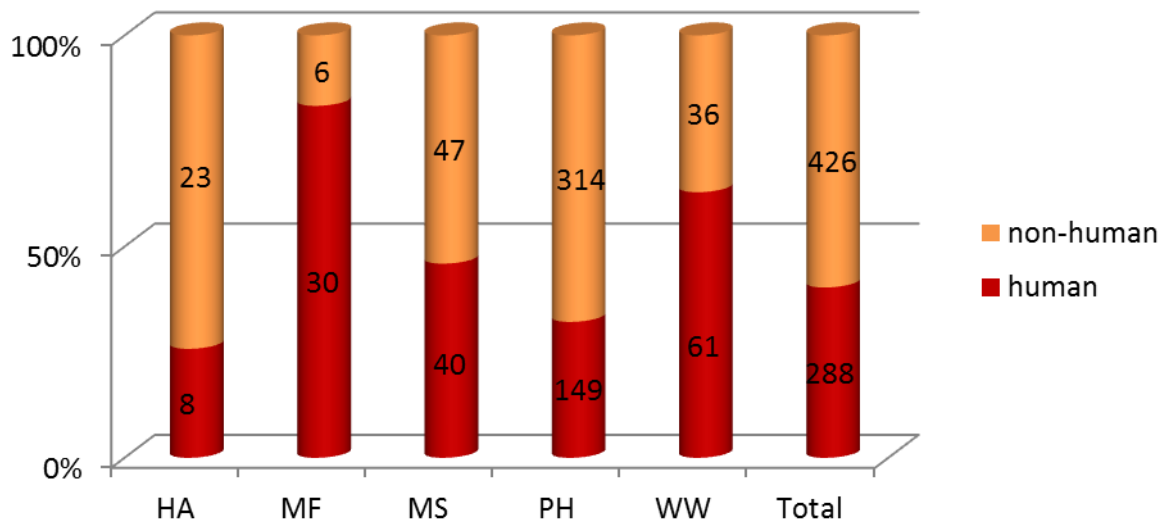


Fig. 1.4: Comparison between non-human and human sources of disturbances leading to a flight response in Great Bustards of the West-Pannonian population (HA = Hanság, MF = Marchfeld, MS = Mosonszolnok, PH = Parndorfer Platte-Heideboden, WW = Western Weinviertel) between August 2002 and June 2010. Monitoring activities leading to escape flights are not considered (data source: Technical Office for Biology Mag. Rainer Raab).

Non-human sources of disturbances mainly derive from birds of prey, especially from Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) and White-tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*). Also other species such as Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*) and even Saker Falcon (*Falco cherrug*) could be observed to cause a flight response in Great Bustards of the West-Pannonian population.

Beside birds of prey also European roe deers (*Capreolus capreolus*) and other Great Bustards are also among the sources of non-human disturbances.

Human-associated habitat loss

By 1,000 BC extensive deforestation took place in the course of human civilisation to expand cropland and grazing land areas (Kaplan et al. 2009), creating habitats potentially suitable for Great Bustards. In Iberia and Central Europe for example the key areas of Great Bustard distribution are currently situated in a landscape, where they couldn't have been present a few thousand years ago (del Hoyo et al. 1996).

However over the years satisfying human needs and obtaining intact ecosystem functions at the same time became more and more difficult due to the ongoing expansion of human civilisation and development (DeFries et al. 2004). The maximization of food production for example led to modern agroecosystems, characterised by the use of fertilizers and a depleted biodiversity and habitat heterogeneity due to

monocultural farming (Kareiva et al. 2007). This maximization of production also created surplus, being the basis for global trading and huge areas of land were covered by roads to facilitate this trading (Kareiva et al. 2007). Over the time only few wildlands remained unaffected by human presence, roads or other infrastructure (DeFries et al. 2004).

Therefore Great Bustards and human civilisation became largely incompatible, as Great Bustards avoid human-made features such as villages, roads, tracks or power lines (Lane et al. 2001, Osborne et al. 2001).

Overhead power lines, wind farms and other structures potentially endanger flying bustards, fragment habitats and hamper exchange between subpopulations. Time and again infrastructure development leads to habitat fragmentation or deterioration. As a consequence the loss and fragmentation of suitable habitat due to the human civilisation represent a major threat to Great Bustards (Alonso et al. 2001).

The fact that the world's average population density of 45 people/km² in 2000 will rise to 66 people/km² in 2050 (Cohen et al. 2003) underlines the importance of maintaining undisturbed, open, unfragmented and extensively managed agricultural land mixed with fallow land to ensure the viability of Great Bustard populations in the future.

1.4. Topics addressed within the doctoral thesis

The thesis consists of several parts. The introduction (Chapter 1) gives a short overview on the global distribution and the population development of the Great Bustard. Furthermore requirements of the Great Bustard to its environment are described, based on several aspects of its biology, such as courtship behaviour or rearing the offspring. Finally current threats to the West-Pannonian Great Bustard population are illustrated, distinguishing between natural and human-made threats. The introduction is followed by four publications, describing the population development of the West-Pannonian Great Bustard population (Raab et al. 2010, Chapter 2), some aspects of its behavioural ecology, namely use of winter oilseed rape fields as foraging habitat during winter (Raab et al. under review, Chapter 3) and flight behaviour characteristics depending on the presence of power lines (Raab et al. 2011, Chapter 4). Furthermore the efficiency of the implemented conservation measures underground cabling and marking of power lines is illustrated (Raab et al. 2012, Chapter 5).

Chapter 2 - Development of the West-Pannonian population of the Great Bustard, *Otis tarda* Linnaeus 1758, from 1900 to the winter 2008/2009

Rainer Raab^{1*}, Hans Peter Kollar², Hans Winkler³, Sándor Faragó⁴, Péter Spakovszky^{1,4}, Jozef Chavko⁵, Boris Maderič⁵, Vlasta Škorpíková⁶, Erich Patak⁷, Hans Wurm⁸, Eike Julius¹, Sylvia Raab¹ & Claudia Schütz¹

In: <i>Egretta</i> 51: 74 – 99

¹ Technisches Büro für Biologie
Quadenstraße 13
2232 Deutsch-Wagram, Österreich

⁵ Raptor Protection of Slovakia
Kuklovská 5, SK-841 04
Bratislava 4, Slovakia

² Technisches Büro für Biologie
Teschnergasse 35/11
1180 Wien, Österreich

⁶ Regional Council
nám. Armády 8
CZ-669 02 Znojmo, Czech Republic

³ Konrad Lorenz – Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Savoyenstraße 1a
1160 Wien, Österreich

⁷ Sportplatzgasse 7
7162 Taden, Austria

⁸ Goldbergstraße 10
7122 Gols, Österreich

⁴ Institut für Wildwirtschaft, Westungarische Universität, Fakultät für Forstwissenschaften
Ady E. u. 5
H-9400 Sopron, Ungarn

*Author for correspondence; e-mail: rainer.raab@gmx.at

Running title: Bestandsentwicklung der Großtrappe 1900 bis 2009

Keywords: change of distribution, cross-border monitoring and conservation, *Otis tarda*, population development, west Pannonian population

Own contribution:

Study design 80 %, scientific field work 60 % and writing 80 %

2.1. Abstract

This article reports developments in the west Pannonian population of Great Bustard between the years 1900 and 2008/2009. Recent population numbers were acquired by regular monitoring activity at seven main study sites; historic numbers are based on the available literature and in some cases on estimates. Of the seven main areas currently studied, three are in Lower Austria (Westliches Weinviertel, Marchfeld and Rauchenwarther Platte) and two in the north of Burgenland (Parndorfer Platte and Hanság). A sixth study area (Heideboden) is at the intersection of three countries and is made up of areas in northern Burgenland, Hungary and Slovakia. The final study site (Mosonszolnok) lies mostly within Hungary, with some areas in northern Burgenland. The west Pannonian population of Great Bustard showed a marked decline in numbers from a total of at least 3,500 individuals in 1900 to about 130 in 1995. Factors implicated in the decline are changes in habitat, resulting largely from agricultural transformations and the development of human infrastructure, as well as hunting pressure. As a result of intensive transborder protection measures the population recovered from the low in 1996 to at least 376 individuals in the winter of 2008/2009.

The Austrian Great Bustard population declined from a total of 700–800 individuals around the middle of the 20th century to a low of about 60 individuals at the end of the century. By the breeding season of 2008 it had increased again to 210 individuals. Remarkably, population trends differed in the different study areas. On the Rauchenwarther Platte the breeding population became extinct by the breeding season of 2005. In Marchfeld there was a huge decline in the population between 1990 and 2006 followed by a slight increase in the breeding population since then. On the Hanság the population has remained more or less stable since 1990. On the Parndorfer Platte there has been an increase in the population since 2007 and in the Austrian part of the Heideboden as well as in the Westliches Weinviertel there has been a huge increase from as long ago as 1998. There have been steep declines in populations in the breeding season between 1940 and 1996 in western Hungary as well as in eastern Austria. Since then both populations have been recovering, with numbers in eastern Austria increasing even more than in western Hungary. The results show that Great Bustard subpopulations within the west Pannonian Population are in exchange, that population trends clearly depend on the availability of conservation plots and that smaller and temporarily abandoned areas may be resettled by immigration from well reproducing subpopulations.

2.2. Einleitung

Die Großtrappe ist eine weltweit gefährdete Vogelart, die nach den aktuellen IUCN Kriterien als „gefährdet“ („vulnerable“) eingestuft wird (Collar et al. 1994, BirdLife International 2000, 2004, 2008, IUCN 2009). Der Weltbestand umfasst derzeit ca. 44.000 bis 51.000 Individuen (Palacín & Alonso 2008). Ein Großteil davon lebt in Europa, wobei Zentralspanien mit 27.500 – 30.000 den mit Abstand größten Anteil des europäischen Bestandes (Palacín & Alonso 2008) und damit mehr als die Hälfte des Weltbestandes beherbergt. Weitere Vorkommensschwerpunkte innerhalb Europas liegen in der großen ungarischen Tiefebene und in Südrussland (Palacín & Alonso 2008). In Mittel- und Osteuropa weist Ungarn mit rund 1.350 Individuen (Palacín & Alonso 2008) den größten Bestand auf, gefolgt von der Ukraine und Österreich.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts kam es in weiten Teilen Europas aufgrund von Lebensraumveränderungen, v. a. durch Intensivierung der Landwirtschaft und die Errichtung von Infrastruktureinrichtungen (insbesondere Mittel- und Hochspannungsleitungen), aber auch durch die Bejagung zu einem dramatischen Bestandseinbruch der Großtrappe (Collar & Andrew 1988, Collar et al. 1994, Glutz von Blotzheim et al. 1994, del Hoyo et al. 1996, Kollar 1996, 2001). Die westpannonische Population (besiedelt Teile von Ostösterreich sowie grenznahe Gebiete in Ungarn, der Slowakei und der Tschechischen Republik) wurde durch den starken Bestandsrückgang von 1900 bis 1995 von den anderen Populationen in Mitteleuropa weitgehend isoliert. Die dieser nächstgelegene ist die ostpannonische Population in Ungarn in einer Entfernung von ca. 250 km. Diese Entfernung wäre für Großtrappen leicht zu überwinden, da Großtrappen an einem Tag nachweislich mehr als 200 km zurücklegen können (Watzke et al. 2001). Aus den letzten Jahren existieren jedoch nur wenige Beobachtungen, die darauf hindeuten, dass es zumindest einen gewissen Austausch zwischen den beiden Populationen gegeben hat.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen aktuellen Überblick über die Bestandsentwicklung der westpannonischen Population der Großtrappe im Zeitraum 1900 bis zum Winter 2008/2009 zu geben, Bestandsentwicklungen in den Einzelgebieten mit Schutzbestrebungen in Beziehung zu setzen und mögliche Zusammenhänge zwischen den Teilbeständen zu zeigen. Für sieben Hauptuntersuchungsgebiete erfolgt dafür eine detaillierte Betrachtung der Entwicklung der Bestände. Außerdem wird die Verbreitung der Großtrappe im westpannonischen Raum in den Jahren um 1970, um 1995 und um 2005 dargestellt.

2.3. Material und Methode

2.3.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst den gesamten westpannonischen Raum, wobei regelmäßige gezielte Erfassungen nur in den so genannten „Hauptuntersuchungsgebieten“ durchgeführt wurden. Von diesen liegen drei in Niederösterreich (Westliches Weinviertel, Marchfeld und Rauchenwarther Platte) und zwei im Nordburgenland (Parndorfer Platte und Hanság). Ein Gebiet (Heideboden) liegt im Dreiländereck und umfasst Flächen im Nordburgenland, in Ungarn sowie der Slowakei, und ein Gebiet (Mosonszolnok) umfasst einige Flächen im Nordburgenland, zum Großteil aber Flächen in Ungarn (Abb. 2.1). Es liegen jedoch auch aus angrenzenden „Nebenuntersuchungsgebieten“ Daten für die Großtrappe vor, wie etwa aus der Tschechischen Republik.

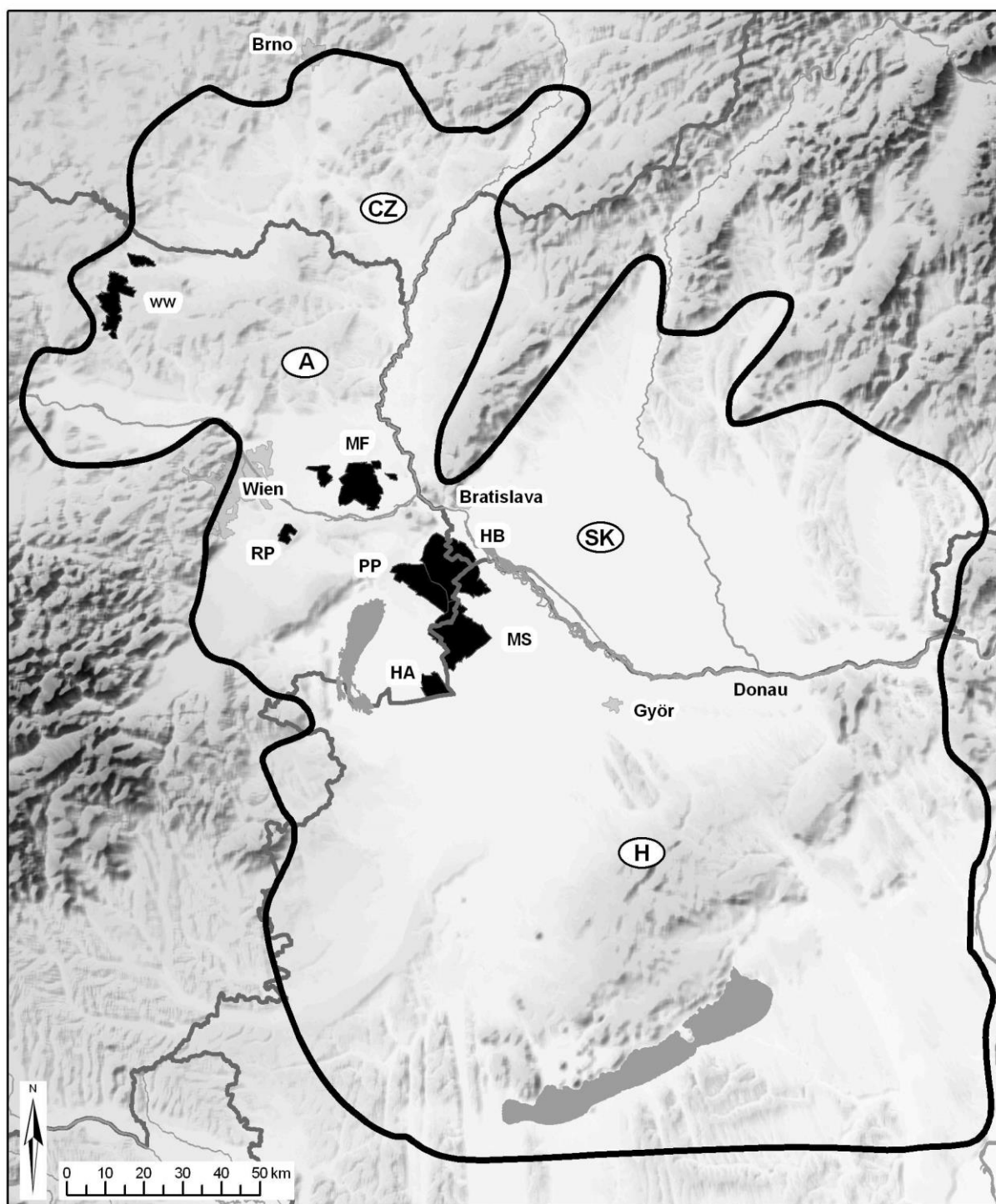


Abb. 2.1: Lage des Untersuchungsgebiets „westpannonischer Raum“ (schwarze Linie; 45.000 km²) in Ostösterreich (A; 8.649 km²), Ungarn (H; 22.195 km²), der Slowakei (SK; 10.176 km²) und der Tschechischen Republik (CZ; 3.971 km²). Umfangreiche Untersuchungen wurden in den 7 „Hauptuntersuchungsgebieten“ Westliches Weinviertel (WW), Marchfeld (MF), Rauchenwarther Platte (RP), Heideboden (HB), Parndorfer Platte (PP), Mosonszolnok (MS) und Hanság (HA) durchgeführt.

Fig. 2.1: Location of the study area “west Pannonian region” (black line; 45,000 km²) in eastern Austria (A; 8,649 km²), Hungary (H; 22,195 km²), Slovakia (SK, 10,176 km²) and the Czech Republic (CZ; 3,971 km²). Extensive research was carried out at the seven main study areas Westliches Weinviertel (WW), Marchfeld (MF), Rauchenwarther Platte (RP), Heideboden (HB), Parndorfer Platte (PP), Mosonszolnok (MS) and Hanság (HA).

Westliches Weinviertel

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe im Westlichen Weinviertel liegen nordöstlich des Manhartsberges in einer sanfthügeligen, weiträumig völlig baum- und strauchlosen Ackerbau Landschaft im Natura 2000 – Vogelschutzgebiet (SPA) „Westliches Weinviertel“. Sie befinden sich im pannonischen Klimabezirk auf Hochflächen zwischen 201 und 335 m Seehöhe. Das Untersuchungsgebiet Westliches Weinviertel hat eine Gesamtgröße von ca. 8.900 ha. Die landwirtschaftliche Nutzung ist geprägt durch ein für Trappengebiete vergleichsweise vielfältiges räumliches Nebeneinander unterschiedlicher Feldkulturen. Im gesamten Trappeneinstandsgebiet wird vor allem Sommergerste, Winterweizen, Zuckerrübe und Erbse, deutlich seltener Wintergerste angebaut. Der Anteil an Anbauflächen von Kartoffel, Ölkürbis und Kraut ist lokal mitunter recht groß, er beschränkt sich aber jeweils auf bestimmte Bereiche. Grund dafür ist, dass kaum Flächen mit Brunnen bewässert werden können. Felder mit Winterraps, Sonnenblumen, Mais, Sorghum, Rote Rübe, Mariendistel, Zwiebel, Luzerne, Saatgutvermehrungen, Saadmohn, Fuchsschwanz, Sojabohne sowie Grünbrachen sind die Ausnahme.

Ein beträchtlicher Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den Haupteinstandsgebieten der Großtrappe wird mittlerweile als spezielle Trappenschutzflächen bewirtschaftet, je nach Lage mit unterschiedlich strikten Auflagen (2008 ca. 3.575 ha in den Bezirken Hollabrunn und Horn, Finanzierung über ÖPUL).

Marchfeld

Das Marchfeld, eine Ebene aus quartären Schotterablagerungen nacheiszeitlicher Verläufe der Donau, liegt nördlich der Donau zwischen Wien und der March. Der Großteil des Marchfeldes ist von fruchtbarer Schwarzerde bedeckt und wird nach ersten Entwässerungen und Düngungen im 19. Jahrhundert seit der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts intensiv landwirtschaftlich genutzt. Das Untersuchungsgebiet Marchfeld hat eine Gesamtgröße von ca. 12.550 ha.

Es wird insbesondere Getreide (z. T. auch Saatgutvermehrung), Kartoffel, Zwiebel, Erbse, Karotte, Spinat, Fislis und Zuckerrübe angebaut. Der Anteil an Mais ist vergleichsweise gering. Raps wird im Einstandsgebiet der Trappen nur ganz vereinzelt angebaut, da Probleme mit der Fruchtfolge, insbesondere mit Zuckerrübe, auftreten. Ein Großteil der Flächen wird künstlich bewässert.

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe im Marchfeld liegen auf 137 bis 161 m Seehöhe in einer weitgehend ebenen, in großen Teilbereichen baum- und strauchlosen Ackerbau Landschaft des Natura 2000 – Vogelschutzgebietes „Sandboden und Praterterrasse“. Nur in Teilbereichen bestehen spezielle Trappenschutzflächen (2008 ca. 388 ha im Bezirk Gänserndorf, Finanzierung über ÖPUL).

Rauchenwarther Platte

Zwischen den Flussniederungen von Fischa und Schwechat im Wiener Becken südlich der Donau liegt die pannonisch geprägte weithin offene Schotterterrasse der Rauchenwarther Platte. Sie hat eine Gesamtgröße von ca. 1.460 ha. Von zentraler Bedeutung ist das Bründlfeld (=Bründlfeld), eine ca. 600 ha große Tafel ohne Hochspannungsleitungen, Windschutzgürtel und Wege. Diese Fläche wurde nie kommassiert. Noch heute ist das Bründlfeld durch zahlreiche ca. 28 m x 1.500 m große Ackerstreifen gegliedert, auf denen hauptsächlich Getreide angebaut wird. Weitere Kulturen sind insbesondere Zuckerrübe, Sonnenblume, Raps und Soja. Aus Kostengründen wird von den Landwirten am Bründlfeld auf eine Bewässerung verzichtet. Das Einstandsgebiet der Trappen auf der Rauchenwarther Platte liegt auf einer Seehöhe von 185 bis 229 m ü. NN. Derzeit bestehen nur wenige spezielle Trappenbrachen (2008 9,5 ha im Bezirk Wien-Umgebung, Finanzierung über ÖPUL).

Parndorfer Platte

Die Parndorfer Platte erhebt sich als eine etwa 30 Meter hohe Schotterterrasse nördlich von Neusiedler See und Seewinkel aus der pannonischen Tiefebene des Burgenlandes. Ihr markanter, teils von Löß bedeckter Südabhang wird heute überwiegend für den Weinbau genutzt. Auf der Platte selbst sind natürliche Eichenmischwälder und Waldsteppen, deren Erscheinungsbild im Zurndorfer Eichenwald noch erkennbar ist, längst offener Kulturlandschaft pannonischer Prägung gewichen. Bis in das vorige Jahrhundert als Weideland mit ausgedehnten Hutweiden und eingestreuten Gehölzen genutzt, ist die Parndorfer Platte heute überwiegend baumfreies Ackerland, im Westen teilweise durch Windschutzgürtel gekammert. Das Gebiet wird seit Ende der 1980er Jahre durch die West-Ost verlaufende Autobahn A4 und zwei Hochspannungsleitungen durchschnitten.

Der gesamte Landschaftsraum der Parndorfer Platte und des Heidebodens liegt im pannonischen Klimabezirk und zählt zu den trockensten und sommerwärmsten Landschaften Österreichs. Jahresniederschläge sinken auf unter 500 mm, Südostwind führt im Sommer häufig heiße und trockene Luftmassen heran, im Winter kontinentale Kaltluft.

Das Untersuchungsgebiet Parndorfer Platte hat eine Gesamtgröße von ca. 8.530 ha. Die landwirtschaftliche Nutzung ist in Teilbereichen sehr intensiv, in anderen Teilbereichen aber ist Bewässerung schwierig, weshalb hier insbesondere Getreide angebaut wird.

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe liegen im Natura 2000 – Vogelschutzgebiet „Parndorfer Platte – Heideboden“ zwischen 125 und 185 m Seehöhe. Gegenwärtig prägen auch zahlreiche spezielle Trappenbrachen den Raum (2008 ca. 528 ha im Bezirk Neusiedl am See, Finanzierung über ÖPUL).

Heideboden

Der Naturraum des Heidebodens, einer weitgehend baumlosen Ebene von etwa 60 km² Größe nördlich der Leithaniederung, erstreckt sich über das Gebiet des Dreiländerecks Ungarn, Slowakei und Österreich. Mit dem Heideboden greift die Kleine Ungarische Tiefebene zwischen Donau- und Leithaniederung weit gegen die Hunsheimer Berge und das Wiener Becken hin aus. Das Untersuchungsgebiet Heideboden hat eine Gesamtgröße von ca. 18.150 ha, davon 11.000 ha im Nordburgenland, 4.345 ha in Ungarn und 2.805 ha in der Slowakei.

Auch der Heideboden ist beinahe flächendeckend landwirtschaftlich genutzt, künstliche Bewässerung ermöglicht hier aber, anders als auf der Parndorfer Platte, den Anbau von Mais.

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe liegen in den drei Natura 2000 – Vogelschutzgebieten „Parndorfer Platte – Heideboden“ (A), „Sysl'ovské polia“ (SK) und „Mosoni-sík“ (H) zwischen 122 und 158 m Seehöhe. In Teilbereichen bestehen hier auch zahlreiche spezielle Trappenschutzflächen (2008 ca. 827 ha im Bezirk Neusiedl am See, Finanzierung über ÖPUL sowie mehr als 1.000 ha mit speziellen Bewirtschaftungsauflagen im ungarischen Komitat Győr-Moson-Sopron).

Mosonszolnok

Das Untersuchungsgebiet Mosonszolnok liegt im Übergangsbereich der Kleinen Ungarischen Tiefebene (Kisalföld) mit dem Fertő-Hanság-Becken an der Westgrenze Ungarns. Es ist etwa 10 km von der Stadt Mosonmagyaróvár und 15 km von der Grenzübergangsstelle Hegyeshalom entfernt und hat eine Gesamtgröße von ca. 14.620 ha, davon 12.387 ha in Ungarn und 2.232 ha im Nordburgenland.

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe im Gebiet liegen im ungarischen Natura 2000 – Vogelschutzgebiet „Mosoni-sík“ (H) sowie in den angrenzenden Bereichen im Nordburgenland zwischen 115 und 155 m Seehöhe. In den ungarischen Teilbereichen sind auch hier zahlreiche Trappenschutzflächen angelegt (2008 mehr als 3.000 ha mit speziellen Bewirtschaftungsauflagen im Komitat Győr-Moson-Sopron).

Hanság

Südöstlich des Neusiedler See-Gebietes erstreckt sich der großteils in Ungarn liegende Hanság, im österreichischen Teil Waasen genannt. Südlich von Andau und Tadten sowie südöstlich von Wallern, nahe der ungarischen Grenze, sind Restbestände der einstigen Moorwiesen und Schilfröhrichte erhalten geblieben. Die Kernzone dieser Flächen bilden die 140 ha umfassenden „Kommassantenwiesen“, die 1973 zum Vollnaturschutzgebiet erklärt wurden. 1992 entstand auf diesem Gebiet die Bewahrungszone „Waasen-Hanság“ als Teil des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel. Mit dem EU-Beitritt Österreichs 1995 erfolgte die Extensivierung großer Ackerflächen im Nahbereich der Kommassantenwiesen. Das Untersuchungsgebiet Hanság hat eine Gesamtgröße von ca. 3.500 ha.

Die gegenwärtigen Haupteinstandsgebiete der Großtrappe im Naturraum Hanság liegen im Natura 2000 – Vogelschutzgebiet „Waasen – Hanság“ zwischen 112 und 119 m Seehöhe. Abgesehen von den Kommassantenwiesen, die von ortsansässigen Landwirten im Auftrag der Nationalparkverwaltung unter Berücksichtigung der Ansprüche der Großtrappe nach einem jährlich angepassten Mahdregime bewirtschaftet werden, gibt es in diesem Teilgebiet keine speziellen Trappenschutzflächen. Im Nahbereich der Kommassantenwiesen bestehen jedoch zahlreiche beweidete bzw. gemähte Wiesenflächen (2008 ca. 1.140 ha im Bezirk Neusiedl am See, Finanzierung über ÖPUL), bei deren Management künftig die Bedürfnisse der Großtrappe und anderer ausgewählter Vogelarten stärker berücksichtigt werden.

2.3.2. Methode

Die systematische Erfassung der Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe erfolgte in den bekannten aktuell genutzten Haupteinstandsgebieten in den sieben Hauptuntersuchungsgebieten. Darüber hinaus wurden möglichst viele Beobachtungen aus dem gesamten westpannonischen Raum berücksichtigt.

In einer Datenbank des Erstautors liegen von allen Autoren sowie zahlreichen weiteren Personen derzeit (Stand: Oktober 2009) 28.234 Datensätze mit Verbreitungspunkten der Großtrappe von 3.431 Tagen vor. Davon stammen 27.007 Datensätze von 2.684 Tagen aus dem Zeitraum ab dem 01.01.2000. Die westpannonische Population der Großtrappe zählt damit sicherlich aktuell zu den am besten erfassten Populationen dieser weltweit gefährdeten Vogelart.

Sämtliche weiteren Auswertungsschritte (z. B. Datengruppierung) erfolgten innerhalb eines Datenbanksystems. Die Visualisierung der Ergebnisse (Diagramme und Verbreitungskarten) wurde mittels der Tabellenkalkulation Microsoft Excel® und dem Geographischen Informationssystem ESRI ArcGis 9.1® durchgeführt.

Für die Erstellung der Abbildungen wurde neben den Daten der Autoren auch auf Literaturangaben zurückgegriffen. Für die 7 Hauptuntersuchungsgebiete liegen aus den letzten Jahren zahlreiche unpublizierte Projektberichte der Autoren vor, die als Basis für die Erstellung der Tabellen dienten. Westliches Weinviertel: R. Raab (Sommer 2002 bis Winter 2008/2009); Marchfeld: H. P. Kollar und M. Seiter (1989 bis 1999) sowie R. Raab (1999 bis Winter 2008/2009); Rauchenwarther Platte: R. Raab (2000 bis Winter 2008/2009); Parndorfer Platte, Heideboden und Mohnszolnok: H. Wurm (1990 bis Sommer 2001), S. Faragó (1990 bis 2004), R. Raab (Sommer 2002 bis Winter 2008/2009), P. Spakovszky (Winter 2004/2005 bis Winter 2008/2009); Hanság: E. Patak (1994 bis 2008). Daneben wurde auf ebensolche Berichte von Anton Stefan Reiter für das Westliche Weinviertel für den Zeitraum 1996 bis Frühjahr 2002 (Reiter 1997a, 1997b, 1998, 1999, 2000b, 2001b und 2002) und von Beate Wendelin für die Parndorfer Platte und Heideboden für den Zeitraum Winter 2001/2002 bis Sommer 2002 (Wendelin 2002) zurückgegriffen.

Für die Erstellung der Karte für den Zeitraum um 2005 wurden ausschließlich konkrete Beobachtungspunkte aus der Datenbank aus dem Zeitraum 01.01.2000 bis 05.09.2009 verwendet. Für die Darstellung der Verbreitung wurden nur jene Punkte herangezogen, aus deren Umfeld (Raster von 2x2 km) auch Daten aus zumindest einem weiteren Jahr vorlagen, das heißt, Einzelbeobachtungen aus nur einem Jahr

wurden nicht berücksichtigt. Um die Punkte herum wurde zur flächigen Darstellung jeweils ein Puffer von 750 m gelegt. Da nur die von der Großtrappe nutzbaren Landschaftsteile dargestellt werden sollten, wurden Überlappungen des Puffers mit Siedlungen, Waldflächen oder größeren Weingartenkomplexen ausgeschlossen. Für die Karten aus dem Zeitraum um 1970 und um 1995 wurden neben den konkreten Verbreitungspunkten insbesondere Karten aus der Literatur als Grundlage für die Abgrenzung der Verbreitung der Großtrappe verwendet. Auch dabei wurden Überlappungen mit Siedlungen, Waldflächen oder größeren Weingartenkomplexen ausgeschlossen.

Beim „Brutzeitbestand“ wurden in den Tabellen nur jene Individuen angeführt, die sich während eines Großteils der Brut- und Balzzeit (also zumindest von April bis Mai) im jeweiligen Gebiet aufgehalten haben. Da in den meisten Gebieten einzelne bis einige Individuen das jeweilige Gebiet im Laufe des Aprils verlassen und sich dann zum Teil offenbar auch abseits der bekannten und gut untersuchten Haupteinstandsgebiete aufhalten, ist die Summe der Brutzeitbestände niedriger als die der Winterbestände (abzüglich der von Februar bis April tot aufgefundenen Trappen). In der Kategorie „flügge Junge“ wurden nur jene Jungvögel erfasst, die mindestens im September des jeweiligen Jahres noch am Leben waren und im jeweiligen Teilgebiet angetroffen werden konnten. Die Zahl der geschlüpften Jungen, aber auch die Zahl der flüggen Jungen ist im Hochsommer noch deutlich höher als im September, da die Sterblichkeit insbesondere in den ersten Lebenswochen sehr hoch ist. Im September lassen sich die Jungvögel leichter erfassen, daher sind diese Bestandszahlen besser und sinnvoller vergleichbar. Der „Herbstbestand“ umfasst den Gesamtbestand (Adulttiere und Jungtiere) im jeweiligen September (bis Anfang Oktober).

2.4. Ergebnisse

2.4.1. Entwicklung der Winterbestände der gesamten westpannonischen Population von 1900 bis 2009 im Überblick

Die westpannonische Population der Großtrappe ist von zumindest 3.500 Individuen im Jahr 1900 auf 129 Individuen im Winter 1995/1996 zusammengebrochen (Abb. 2.2). Von da an ist der Bestand bis zum Winter 2008/2009 nach umfangreichen grenzüberschreitenden Schutzbemühungen wieder auf 376 Individuen angewachsen (Abb. 2.3).

Besonders auffällig ist der Bestandsanstieg von 1998 bis 2009 im Heideboden und im Westlichen Weinviertel (Tab. 2.1 und Tab. 2.2). Im Februar 2007, 2008 und 2009 hielt sich fast der gesamte Bestand der westpannonischen Population in den offenbar attraktiven Wintereinstandsgebieten in Niederösterreich und im Burgenland auf, somit waren in den letzten drei Wintern seit langer Zeit wieder mehr als 300 Großtrappen in Österreich anzutreffen.

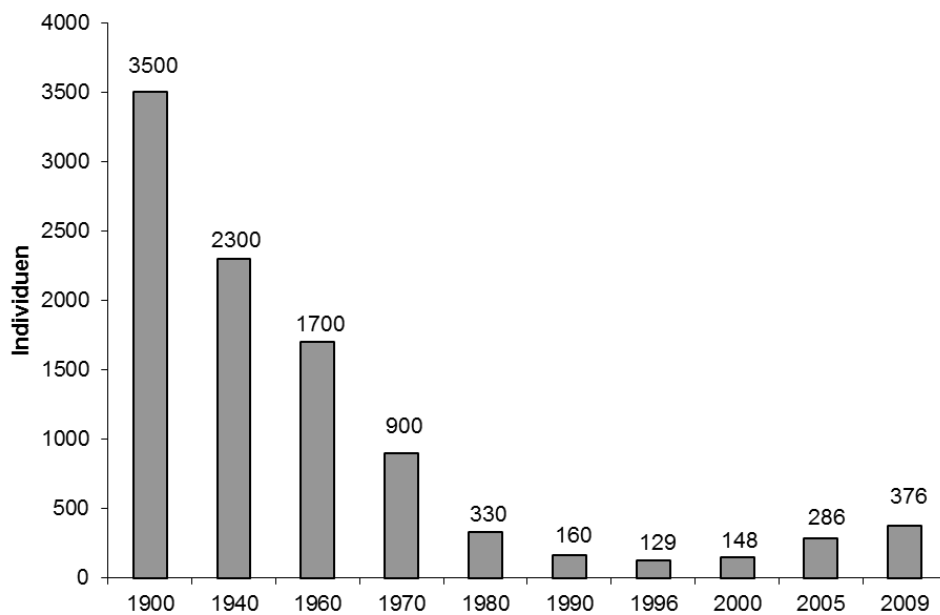


Abb. 2.2: Winterbestände der westpannonischen Population der Großtrappe im Zeitraum 1900 bis 2009; Datengrundlage: Glutz von Blotzheim et al. 1994, Reiter 1998, 2001b, Kollar 2001, Faragó 2006 sowie eigene Daten (Angaben für 1900 bis 1990 beruhen auf Schätzungen aufgrund von Literaturangaben).

Fig. 2.2: Wintering numbers of the west Pannonian population of Great Bustard between 1900 and 2009; data from Glutz von Blotzheim et al. 1994, Reiter 1998, 2001b, Kollar 2001 and Faragó 2006 as well as the authors' data (numbers for 1900 to 1990 estimated).

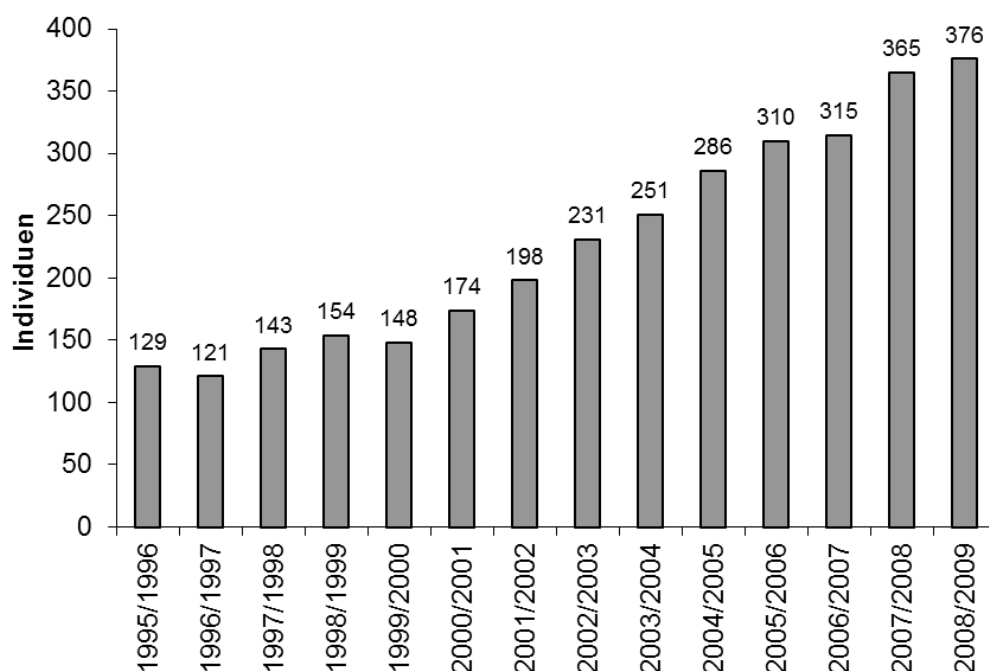


Abb. 2.3: Winterbestände der westpannonischen Teilpopulation der Großtrappe für den Zeitraum 1995/1996 bis 2008/2009; Datengrundlage: Reiter 1998, 1999, 2000b, 2001b, 2002 sowie eigene Daten von H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab, P. Spakovszky und H. Wurm.

Fig. 2.3: Wintering numbers of the west Pannonian population of Great Bustard between 1995/1996 and 2008/2009; data from Reiter 1998, 1999, 2000b, 2001b, 2002 and from H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab, P. Spakovszky and H. Wurm.

Tab. 2.1: Winterbestände der westpannonischen Teilpopulation der Großtrappe, getrennt für die einzelnen Trappengebiete im Februar 1998 bzw. Februar 2001; als immature (imm.) Hähne wurden nur die vorjährigen, grauhalsigen Junghähne angesprochen, alle anderen wurden als alte Hähne bezeichnet; Datengrundlage: Reiter (1999, 2001b) sowie eigene Daten von H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab und H. Wurm.

Tab. 2.1: West Pannonian Wintering population of the Great Bustard for each of the main study areas in February 1998 and February 2001, only males of the previous year with grey coloured necks and throats were classified as immature (imm.), all the other males were classified as adult; data source: Reiter (1999, 2001b) and data from H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab and H. Wurm.

	Februar 1998				Februar 2001			
	Alte Hähne	Imm. Hähne	Hennen	Total	Alte Hähne	Imm. Hähne	Hennen	Total
Westliches Weinviertel	10	2	14	26	16	3	24	43
Marchfeld				0	2		6	8
Rauchenwarther Platte				0				0
Heideboden	30		53	83	34	4	70	108
Parndorfer Platte				0				0
Mosonszolnok	4	1	29	34			15	15
Hanság				0				0
Westpannonische Trappenpopulation	44	3	96	143	52	7	115	174

Tab. 2.2: Winterbestände der westpannonischen Teilpopulation der Großtrappe, getrennt für die einzelnen Trappengebiete im Februar 2005 bzw. Februar 2009; als immature (imm.) Hähne wurden nur die vorjährigen, grauhalsigen Junghähne angesprochen, alle anderen wurden als alte Hähne bezeichnet; Datengrundlage: eigene Daten von R. Raab und seinen Mitarbeitern und P. Spakovszky.

Tab. 2.2: West Pannonian Wintering population of the Great Bustard for each of the main study areas in February 2005 and February 2009, only males of the previous year with grey coloured necks and throats were classified as immature (imm.) males, all the other males were classified as adult males; data source: data from R. Raab and his staff and P. Spakovszky.

	Februar 2005				Februar 2009			
	Alte Hähne	Imm. Hähne	Hennen	Total	Alte Hähne	Imm. Hähne	Hennen	Total
Westliches Weinviertel	15	2	33	50	21	4	38	63
Marchfeld	3	1	11	15	3		9	12
Rauchenwarther Platte				0				0
Heideboden	52	2	110	164	89	14	147	250
Parndorfer Platte				0				0
Mosonszolnok	15	1	41	57	11		40	51
Hanság				0				0
Westpannonische Trappenpopulation	85	6	195	286	124	18	234	376

2.4.2. Bestandsentwicklungen in Ostösterreich und Westungarn

Bestandsentwicklung von 1940 bis 2008 im Überblick

In Österreich ist der Bestand an Großtrappen von etwa 700–800 Individuen gegen Mitte des 20. Jahrhunderts (1942) auf 150–170 Anfang der Siebziger (1970–1972) und auf etwa 60 gegen Ende des Jahrhunderts zurückgegangen (Kollar 2001). Im Zeitraum von 1900 bis 1972 gab es in Österreich keine speziellen Trappenschutzflächen. Erst 1973 wurden die 140 ha umfassenden „Kommassantenwiesen“ im Hanság zum Vollnaturschutzgebiet erklärt. In den darauf folgenden Jahren wurden auch in anderen Gebieten erste spezielle Trappenschutzflächen angelegt (im Marchfeld beispielsweise 1979; Kollar 1983), allerdings bis 1994 zumeist nur in geringem Flächenausmaß. Seit 1995 wurden in Österreich im Rahmen des Agrar-Umweltprogramms ÖPUL (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft) zahlreiche spezielle Trappenschutzflächen angelegt. Ihr Ausmaß betrug im Zeitraum 1995 bis 2000 rund 300 ha und erhöhte sich ab 2003 auf rund 5.000 ha (Abb. 2.4). In den letzten Jahren ist auch die Zahl der in Österreich lebenden Trappen wieder auf ca. 210 Tiere (Brutzeit 2008) angestiegen.

Abseits der im Folgenden detaillierter dargestellten Teilgebiete bestanden im Wiener Becken südlich der Donau noch bis in die 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts einige kleine Trappenvorkommen. Hier lebten um 1940 noch mehr als 100 Trappen (Lukschanderl 1971), 1990 nur mehr 2 und seither sind diese Vorkommen – abgesehen von den Einzelvögeln auf der Rauchenwarther Platte – erloschen (Kollar 2001). Nur eine Mitteilung von Jägern über eine Einzelbeobachtung eines Trupps von 5 bis 8 Trappen aus der Umgebung von Gramatneusiedl für den 19. und 20. November 2002 liegt vor.

In Westungarn ist der Bestand zur Brutzeit ebenso wie in Ostösterreich von 1940 bis 1995 stark gesunken (Farágó 2006), hat sich aber im Unterschied zu Ostösterreich seither nicht mehr so deutlich erholt (Tab. 2.3) und ist seit 2005 offenbar stabil (Tab. 2.4).

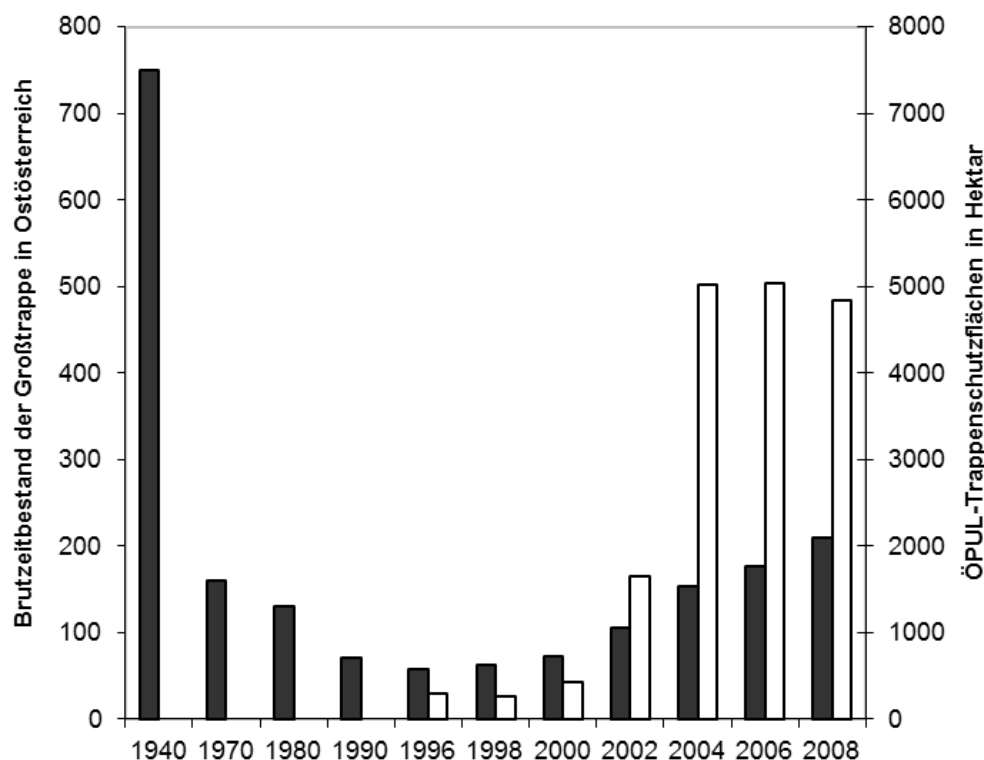


Abb. 2.4: Entwicklung der Bestände der Großtrappe (Individuen zur Brutzeit) in Ostösterreich von 1940 bis 2008 (schwarze Säulen) sowie die Gesamtfläche der ÖPUL-Trappenschutzflächen in Ostösterreich von 1996 bis 2008 (weiße Säulen) im Überblick; Datengrundlage: Glutz von Blotzheim et al. 1994, Reiter 1997a, 1999, 2001a, 2001b, 2002, Kollar 2001, sowie eigene Daten von H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab und H. Wurm.

Fig. 2.4: An overview of the trend in numbers of Great Bustard (numbers of individuals during the breeding season) in eastern Austria between 1940 and 2008 (black column) and the total area of ÖPUL-Great Bustard protection fields between 1996 and 2008 (white column); data from Glutz von Blotzheim et al. 1994, Reiter 1997a, 1999, 2001a, 2001b, 2002, Kollar 2001 and from H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab and H. Wurm.

Tab. 2.3: Entwicklung der Bestände der Großtrappe (Individuen zur Brutzeit) in Ostösterreich und in Westungarn von 1940 bis 2008 im Überblick, getrennt für die einzelnen Trappengebiete; Datengrundlage: Fodor et al. 1971, Sterbetz 1978, Faragó 1982, 1985, 1987, 1990, 1992, 2006, Glutz von Blotzheim et al. 1994, Kollar 2001, sowie eigene Daten H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab, P. Spakovszky und H. Wurm.

Tab. 2.3: Overview of the population-trend of Great Bustards (numbers of individuals in the breeding season) in Eastern Austria and Western Hungary between 1940 and 2008 for each main study area; data sources: Fodor et al. 1971, Sterbetz 1978, Faragó 1982, 1985, 1987, 1990, 1992, 2006, Glutz von Blotzheim et al. 1994, Kollar 2001 as well as data from H. P. Kollar, E. Patak, R. Raab, P. Spakovszky and H. Wurm.

	ca. 1940	ca. 1970	ca. 1980	1990	1996	2000	2003	2006	2008
WestlichesWeinviertel	294-387	23-27	20-27	15-20	22	35	40	53	55
Marchfeld		55	47	25	12	6	8	5	10
Wiener Becken	> 100	15-25	2-3	2	0	0	0	0	0
Rauchenwarther Platte	ca. 20	7-8	2	4	1	1	3	0	0
Heideboden (österr. Teil)		ca. 20 ?	3-4 ?	0	1	14	34-67	77-93	93-101
Parndorfer Platte	300-400	20-30	12	6	6	5	6	8	25-26
Hansag (österr. Teil)		40-50	ca. 40	16	14-16	10-14	16-17	24-27	22-24
Ostösterreich gesamt	700-800	150-170	ca. 130	68-73	56-58	71-75	107-141	167-186	205-216
Kisalföld (Mosonszolnok, ...)	500	159	100	86	65-66	89	114	104	111
Sárrét und Fejér	320	40	24	5	?	?	0	0	0
Balaton	?	?	2	6?	0	0	0	0	0
Westungarn gesamt	820-?	199-?	126	97	65-66	ca. 89	114	104	111

Tab. 2.4: Entwicklung der Bestände der Großtrappe (Individuen zur Brutzeit) in Ostösterreich (A) und in Westungarn (H) von 2005 bis 2008 im Detail, getrennt für die einzelnen Trappengebiete; Datengrundlage: eigene Daten von R. Raab und seinen Mitarbeitern, E. Patak (Hanság, österr. Teil) und P. Spakovszky (H). WW = Westliches Weinviertel, MF = Marchfeld, WB = Wiener Becken, RP = Rauchenwarther Platte, HB = Heideboden, HA = Hanság, MS = Mosonszolnok;

Tab. 2.4: Trends of Great Bustard numbers (numbers of individuals in the breeding season) in Eastern Austria (A) and Western Hungary (H) between 2005 and 2008 in detail for each main study area; data source: data from R. Raab and his staff, E. Patak (Austrian part of Hanság) and P. Spakovszky (H). WW = Westliches Weinviertel, MF = Marchfeld, WB = Wiener Becken, RP = Rauchenwarther Platte, HB = Heideboden, HA = Hanság, MS = Mosonszolnok;

	Brutzeitbestand 2005			Brutzeitbestand 2006			Brutzeitbestand 2007			Brutzeitbestand 2008		
	♂	♀	Ges.	♂	♀	Ges.	♂	♀	Ges.	♂	♀	Ges.
WW	16	31	47	18	35	53	19	30	49	21	34	55
MF	2	5	7	1	4	5	2	5	7	1	9	10
WB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HB (A)	22-44	38	60-82	35-52	41	76-93	43-56	42	85-98	46-54	47	93-101
PP	0	8	8	0	8	8	0	14	14	1-2	24	25-26
HA (A)	10-12	8-9	18-21	16-19	8	24-27	16-17	10	26-27	15	7-9	22-24
A ges.	50-74	90-91	140-165	70-90	96	166-186	80-94	101	181-195	84-93	121-123	205-216
HB (H)	30-45	57	87-102	38-51	40-50	78-101	45-55	53	98-108	33-40	43-66	76-106
MS (H)	0	2-3	2-3	0	2-3	2-3	0	5-6	5-6	0	4-5	4-5
H ges.	30-45	59-60	89-105	38-51	42-53	80-104	45-55	58-59	103-114	33-40	47-71	80-111

Bestandsentwicklung im Westlichen Weinviertel

In den Jahren 1966 und 1967 umfasste das Trappenvorkommen im Westlichen Weinviertel 23 bis 27 Individuen, darunter 5 balzende Hähne (Lukschanderl 1971). Von 1969/70 bis 1974/75 umfasste der Winterbestand zwischen 14 und 31 Individuen der Großtrappe (Lütken & Eder 1976). 1977 bis 1979 wurden im Frühjahr jeweils 22 bis 25 Trappen gezählt, in den Achtzigern und frühen Neunzigern schwankte der Bestand zwischen etwa 15 und 20 Individuen (Kollar 2001).

Erst ab 1996 kam es im Westlichen Weinviertel aufgrund von intensiven Schutzbemühungen zu einem kontinuierlichen Zuwachs der Trappenpopulation von 22 Altvögeln im April 1996 auf 43 Altvögel im April 2001 (Reiter 1997a, 2001a, 2002). In diesem Zeitraum verunglückten in diesem Gebiet vier Großtrappen nachweislich an Freileitungen (Reiter 2000a, 2002). Seither stieg der Bestand auf 55 Altvögel zur Brutzeit 2008 weiter an, allerdings nicht mehr ganz so stetig (Tab. 2.5, Abb. 2.5).

Vor allem bedingt durch die geringe Anzahl an flüggen Junghähnen hat sich das Geschlechterverhältnis in den letzten Jahren deutlich zu Gunsten der Hennen verändert. Insgesamt sind im Zeitraum von 1996 bis 2008, also in 13 Jahren, 31 Junghähne und 64 Junghennen lügge geworden, die Anfang September des jeweiligen Jahres noch am Leben waren. Der Herbstbestand unterliegt oft raschen Veränderungen. Lebten Anfang September 2003 noch 50 Trappen im Westlichen Weinviertel, waren es Ende September nur mehr 44, da insgesamt 6 Individuen verstorben waren, 5 davon durch Leitungskollision. Der Frühjahrsbestand ist zur Brutzeit ebenfalls nicht konstant, da sich häufig einzelne Individuen für einige Tage oder Wochen beispielsweise in den ehemaligen Einstandsgebieten in Tschechien aufhalten.

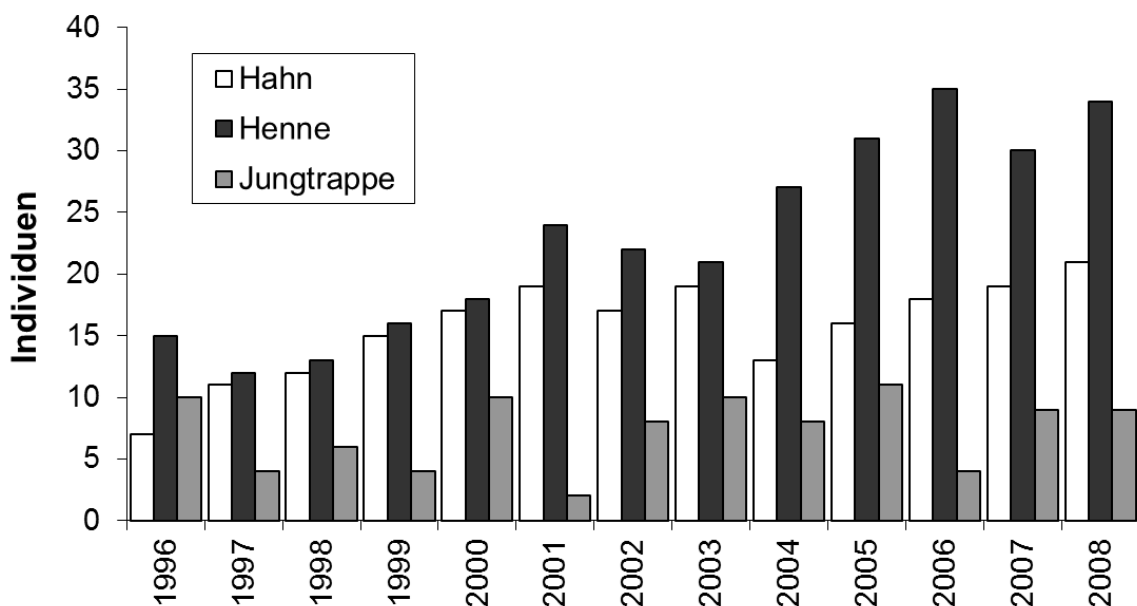


Abb. 2.5: Bestand der Großtrappe (Brutzeitbestand sowie flügge Jungtrappen, die Anfang September noch am Leben waren) im Westlichen Weinviertel im Zeitraum von 1996 bis 2008; Datengrundlage: Reiter 1997a, 1997b, 1999, 2000b, 2001a, 2001b, 2002 und eigene Daten von R. Raab (Herbst 2002 bis 2008).

Fig. 2.5: Numbers of Great Bustards (population size during the breeding season as well as fledged juvenile Great Bustards that were still alive in September) in the Westliches Weinviertel between 1996 and 2008; data from Reiter 1997a, 1997b, 1999, 2000b, 2001a, 2001b, 2002 and from R. Raab (autumn 2002 until 2008).

In Tschechien konnten von 1996 bis 2005 trotz der Zunahme im nahe gelegenen Westlichen Weinviertel keine Brutnachweise mehr erbracht werden (Škorpíková 2004, 2005). Erfreulicherweise brüteten im Jahr 2006 in Tschechien 3 Hennen, eine davon zog erfolgreich einen Junghahn auf. 2007 und 2008 gelang kein Brutnachweis

(Škorpíková, unpubl.). Die grenznahen Vorkommensgebiete in Tschechien stehen aber jedenfalls, wie zahlreiche Daten belegen, in Zusammenhang mit dem Westlichen Weinviertel.

Tab. 2.5: Bestand der Großtrappe im Westlichen Weinviertel im Zeitraum von 1996 bis 2008; Datengrundlage: Reiter 1997a, 1997b, 1999, 2000b, 2001a, 2001b, 2002 und eigene Daten von R. Raab (Herbst 2002 bis 2008).

Tab. 2.5: Numbers of Great Bustards at Westliches Weinviertel between 1996 and 2008; data source: Reiter 1997a, 1997b, 1999, 2000b, 2001a, 2001b, 2002 and data from R. Raab (from autumn 2002 until 2008).

Jahr	Brutzeitbestand			flügge Junge			Herbstbestand		
	♂	♀	ges.	♂	♀	ges.	♂	♀	ges.
1996	7	15	22	3	7	10	11	22	33
1997	11	12	23	2	2	4	12	14	26
1998	12(-13)	13	25(-26)	3	3	6	15	16	31
1999	15	16	31	1	3	4	17	19	36
2000	17	18	35	3	7	10	20	25	45
2001	19	24	43	1	1	2	20	24	44
2002	17	22	39	4	4	8	20	26	46
2003	19	21	40	1	9	10	20	30	50
2004	13	27	40	2	6	8	17	33	50
2005	16	31	47	4	7	11	21	37	58
2006	18	35	53	2	2	4	21	31	52
2007	19	30	49	1	8	9	21	36	57
2008	21	34	55	4	5	9	26	38	64

Bestandsentwicklung im Marchfeld

Der Bestand der Großtrappe ist im Marchfeld von ca. 300 Trappen im Jahr 1942 auf 47 (16 Hähne und 31 Hennen) im Jahr 1980 und weiter auf 22 (12 und 10) im Jahr 1985 zurückgegangen. Nach einer leichten Bestandserholung bis 1989 (Kollar 1989), die mit ersten Trappenschutzflächen seit 1983 in Zusammenhang gebracht werden kann (Kollar 1983), setzte wieder ein Rückgang ein (Kollar 2001), der erst 2006 zum Stillstand kam.

Der Brutzeitbestand der Großtrappe hat sich im Zeitraum von 1989 bis zum Frühsommer 2000 im Marchfeld von 13 Hähnen und 15 Hennen um 22 Individuen auf 2 Hähne und 4 Hennen reduziert. Eine starke Abnahme der Hähne, und zwar um 8 Exemplare, erfolgte im Zeitraum von 1989 bis 1992. Im Zeitraum von Frühjahr 1989 bis Frühjahr 2004 gab es in 16 Brutsaisons insgesamt nur 20 flügge Jungvögel, die Anfang September des jeweiligen Jahres noch am Leben waren. Im gleichen Zeitraum sind 32 Trappen nicht mehr ins Marchfeld zurückgekehrt (Tab. 2.6, Abb. 2.6).

Im Winter 2000/2001 sind die Großtrappen im Marchfeld geblieben, und erstmalig seit zumindest 1989 gab es über den Winter keine Verluste und somit einen höheren Frühjahrsbestand als im Vorjahr (Tab. 2.6). Auffällig sind die Bestandsschwankungen zu den verschiedenen Jahreszeiten insbesondere im Zeitraum von Herbst 2004 bis Winter 2007/2008. So stieg der Bestand im Spätherbst und Winter 2004 über das ursprünglich zu erwartende Maß von 9 Trappen an und erreichte mit 13 Trappen im Brutgebiet (2 alte und ein immaturer Hahn sowie 10 Hennen) sowie zwei weiteren Trappen (ein alter Hahn und eine alte Henne), die außerhalb des Brutgebietes, im Raum Prottes und Angern, beobachtet wurden, mit gesamt 15 Individuen einen Höhepunkt.

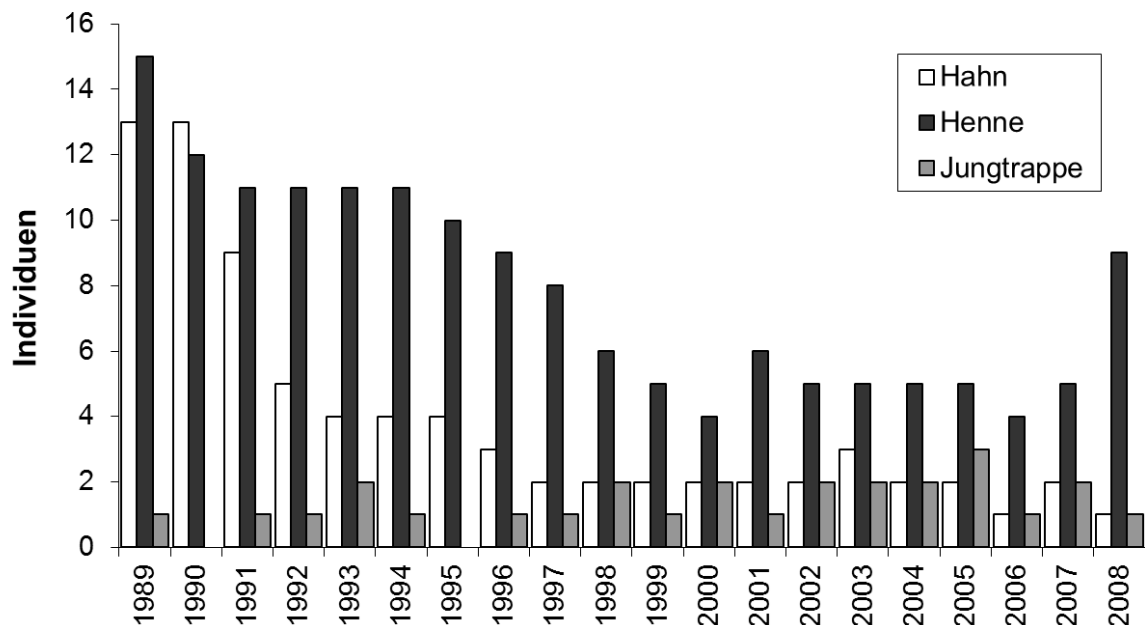


Abb. 2.6: Bestand der Großtrappe (Brutzeitbestand sowie flügge Jungtrappen, die Anfang September noch am Leben waren) im Marchfeld im Zeitraum von 1989 bis 2008; Datengrundlage: eigene Daten von H. P. Kollar (1989 bis 1999) und R. Raab (1999 bis 2008).

Fig. 2.6: Numbers of Great Bustards (population size during the breeding season as well as fledged juvenile Great Bustards that were still alive in September) in Marchfeld between 1989 and 2008; data from H. P. Kollar (from 1989 to 1999) and R. Raab (1999 to 2008).

Zur Brutzeit 2005 waren im Marchfeld jedoch nur 2 Hähne und 5 Hennen nachzuweisen. Anfang November 2005 umfasste der Bestand 14 Individuen. Ein Hahn des Gebietes verstarb am 24.1.2006 durch Leitungskollision und zur Brutzeit 2006 konnten nur ein Hahn und 4 Hennen regelmäßig im Marchfeld angetroffen werden. Im Herbst 2006 waren regelmäßig ein alter und ein immaturer Hahn sowie 13 Hennen, darunter eine Junghenne anzutreffen. Im Februar 2007 waren nur ein immaturer Hahn und 5

Hennen zu beobachten. Ende März 2007 konnten ein alter Hahn, ein immaturer Hahn und zumeist 14 Hennen, einmalig sogar 16 Hennen (am 30.3.2007) festgestellt werden. Am 2. April 2007 waren nur mehr 6 Hennen im Marchfeld anzutreffen und ab dann regelmäßig nur mehr ein alter Hahn, ein immaturer Hahn und 5 Hennen. Im Herbst 2007 waren ein immaturer Hahn sowie 9 Hennen, darunter 2 Junghennen anzutreffen. Ab Ende Jänner 2008 bis Ende Februar 2008 waren wieder bis zu 2 alte Hähne und 12 Hennen im Marchfeld zu beobachten.

Tab. 2.6: Bestand der Großtrappe im Marchfeld im Zeitraum von 1989 bis 2008; Datengrundlage: eigene Daten von H. P. Kollar (1989 bis 1999) und R. Raab (1999 bis 2008).

Tab. 2.6: Numbers of Great Bustards at Marchfeld between 1989 and 2008; data source: data from H. P. Kollar (from 1989 until 1999) and R. Raab (from 1999 until 2008).

Jahr	Brutzeitbestand			flügge Junge				Herbstbestand			
	♂	♀	ges.	♂	♀	unb.	ges.	♂	♀	unb.	ges.
1989	13	15	28			1	1	13	15	1	29
1990	13	12	25				0	13	12		25
1991	9	11	20	1			1	10	11		21
1992	5	11	16			1	1	5	11	1	17
1993	4	11	15	1	1		2	5	12		17
1994	4	11	15		1		1	4	12		16
1995	4	10	14				0	4	10		14
1996	3	9	12	1			1	4	9		13
1997	2	8	10		1		1	2	9		11
1998	2	6	8	1	1		2	3	7		10
1999	2	5	7			1	1	2	5	1	8
2000	2	4	6		2		2	2	6		8
2001	2	6	8		1		1	2	7		9
2002	2	5	7	2			2	3	5		8
2003	3	5	8	1	1		2	3	6		9
2004	2	5	7		2		2	3	8		11
2005	2	5	7	1	2		3	3	11		14
2006	1	4	5		1		1	2	13		15
2007	2	5	7		2		2	2	9		11
2008	1	9	10		1		1	3	10		13

Bestandsentwicklung auf der Rauchenwarther Platte

Zumindest seit Ende des 19. Jahrhunderts liegen aus dem Bereich der Rauchenwarther Platte Großtrappenbeobachtungen vor (Überblick in Kollar 2001). Um 1955 wurden dort jedes Jahr mindestens 26 Stück, und zwar von April bis zum Herbst (teilweise bis Anfang November) beobachtet. Um 1970 waren es 15 Individuen (L. Kienl & L. Sögnu, mündl. Mitt.). In den Jahren 1973 und 1975 wurde im Bereich Himberg und Rauchenwarth ein Herbstbestand von jeweils ca. 15 Großtrappen (darunter

ein starker Hahn und 2 Junghähne) festgestellt (Lütken & Eder 1977). Ende der 1980er Jahre wurden jeweils 4 bis 5 Stück, Anfang der 90er Jahre 2 bis 3 Hennen und später nur noch eine Henne festgestellt. Bis Ende der 80er Jahre wurden regelmäßig auch balzende Hähne im Gebiet beobachtet, wobei in früheren Jahren oft 2 bis 3 gleichzeitig balzende Hähne registriert wurden (L. Kienl & L. Sögnu, mündl. Mitt.).

Tab. 2.7: Bestand der Großtrappe auf der Rauchenwarther Platte im Zeitraum von 1991 bis 2008; Datengrundlage: eigene Daten von R. Raab (2000 bis 2008) sowie zahlreiche Mitteilungen.

Tab. 2.7: Numbers of Great Bustards at Rauchenwarther Platte between 1991 and 2008; data source: data from R. Raab (from 2000 until 2008) as well as many personal communications by other observers.

Jahr	Brutbestand			flügge Junge			Herbstbestand		
	♂	♀	ges.	♂	♀	ges.	♂	♀	ges.
1991		3	3			0		2	2
1992		2	2			0		2	2
1993		3	3			0		3	3
1994		1	1			0		1	1
1995		1	1			0		1	1
1996		1	1			0		1	1
1997		1	1			0		1	1
1998		1	1			0		1	1
1999		1	1			0		1	1
2000		1	1	1		1	1	1	2
2001		1	1			0		1	1
2002		1	1		1	1		2	2
2003		2	2			0			0
2004	1	1	2			0			0
2005			0			0			0
2006			0			0			0
2007			0			0			0
2008			0			0	1		1

Der Brutzeitbestand der Großtrappe auf der Rauchenwarther Platte umfasste 1991 noch 3 Hennen. Danach war bis 2004 zumeist nur 1 Henne anzutreffen, und von 2005 bis 2008 war der Bestand zur Brutzeit erloschen. Im Winterhalbjahr verließen die Trappen regelmäßig die Sturm-exponierte Rauchenwarther Platte (mündl. Mitt. zahlreicher Jäger und Landwirte aus Rauchenwarth). Nach vielen erfolglosen Jahren wurden im Jahr 2000 wieder ein Junghahn und 2002 eine Junghenne flügge (Tab. 2.7). Ein Hahn, vermutlich jener, der im Jahr 2000 geschlüpft war, konnte interessanter Weise von 2001 bis 2005 jeweils in den Sommermonaten nachgewiesen werden.

So konnten am 3.8. und 15.8.2002 alle drei Trappen gemeinsam festgestellt werden. Am 3.12.2002 konnten von einem Jäger überraschenderweise jedoch sogar 7 Trappen auf der Rauchenwarther Platte beobachtet werden. Auch im Jahr 2003 wurden die 2 Hennen und der Hahn im Juli einige Male beobachtet, im Herbst jedoch nicht mehr. Im Juni 2004 ist eine Henne (vermutlich die ältere) wahrscheinlich natürlichen Todes gestorben. Der Hahn hielt sich noch bis zumindest 12. August 2004 im Gebiet auf, danach wurde er erst wieder im Juli 2005 mehrfach bestätigt. Von Ende Juli 2005 bis Mitte Juli 2008, also fast drei Jahre lang, gelangen jedoch keine Nachweise von Großtrappen auf der Rauchenwarther Platte. Umso erfreulicher war der Nachweis eines alten Hahnes (mit großer Wahrscheinlichkeit wieder das im Jahr 2000 im Gebiet geschlüpfte Individuum) ab jeweils Mitte Juli in den beiden Sommern 2008 und 2009.

Bestandsentwicklung auf der Parndorfer Platte

Die Parndorfer Platte ist altes Trappengebiet und zählte beispielsweise 1922 mit etwa 300 Großtrappen alleine im Revier Zurndorf (Lukschanderl 1971) zu den wichtigsten Trappengebieten Österreichs. Weitere Nachweise von Trappen auf der Parndorfer Platte stammen aus den Sechzigern (1967: 22 Individuen), den Siebzigern (1979: 19) und den Achtzigern (1986: 8) des letzten Jahrhunderts (Überblick in Kollar 2001). Zur Brutzeit 1990 waren auf der Parndorfer Platte insgesamt 6 Hennen zu beobachten. Bis zum Jahr 2006 umfasste der Bestand zur Brutzeit zumeist nur 4 bis 8 Hennen, und nur in wenigen Jahren konnten im April und Mai auch Hähne beobachtet werden. Erst 2007 setzte ein sprunghafter Anstieg des Hennenbestandes ein, der sich 2008 erfreulicherweise fortsetzte (Tab. 2.8).

Tab. 2.8: Bestand der Großtrappe auf der Parndorfer Platte im Zeitraum von 1990 bis 2008; Datengrundlage: Wendelin 2002 sowie eigene Daten von H. Wurm (1990 bis 2001) und R. Raab (2002 bis 2008) sowie zahlreiche Mitteilungen.

Tab. 2.8: Numbers of Great Bustards at Parndorfer Platte between 1990 and 2008; data source: Wendelin 2002 and data from H. Wurm (1990 to 2001) and R. Raab (from 2002 until 2008) as well as many personal communications by other observers.

Jahr	Brutbestand			flügge Junge				Herbstbestand		
	♂	♀	ges.	♂	♀	unb.	ges.	♂	♀	ges.
1990		6	6		1		1		7	7
1991	2	4	6	1	3		4	1	7	8
1992	2	4	6	1	1		2	1	5	6
1993	1	4	5	2	1		3	2	5	7
1994		5	5	1	2		3	1	7	8
1995		5	5				0		4	4
1996		6	6	1	2		3	1	8	9
1997	1	4	5		1		1	1	5	6
1998		6	6				0		5-6	5-6
1999		4	4				0			0
2000	1	7	8			0-4?	0-4?			0
2001		7	7				?			?
2002		4	4		1		1		2	2
2003		9-10	9-10	5	1	1	7	5	7	12
2004		9	9			0-2?	0-2?			0
2005		8	8	3	6		8	3	12	15
2006		8	8	2			2	2	8	10
2007		14	14	4	14		18	4	22	26
2008	1-2	24	25-26	2	3		5	3	20	23

Bestandsentwicklung am Heideboden von 1990 bis 2008

Der Heideboden ist ebenfalls altes Trappengebiet (Faragó 2006). Nachweise von Großtrappen aus dem burgenländischen Anteil des Heidebodens stammen beispielsweise aus den sechziger Jahren (1966: 45 Individuen) des letzten Jahrhunderts (Überblick in Kollar 2001). Am Heideboden hat sich der Bestand zur Brutzeit von 20 bis 21 Individuen im Jahr 1990 bis zum Jahr 2008 auf 169 bis 199 Individuen erhöht (Tab. 2.9). War dieser Bestandszuwachs im Zeitraum 1990 bis 1999 fast ausschließlich auf erfolgreiche Jungenaufzucht im ungarischen Teil des Gebietes zurückzuführen, ist seit 2000 auch der österreichische Teil von großer Bedeutung für die Aufzucht der Jungtrappen. Im slowakischen Teil kam es nur in einzelnen Jahren zu Bruten. Allerdings nutzten von 1990 bis 2008 in manchen Jahren mehrere Hähne das slowakische Gebiet während der Balzzeit. Im Herbst und Winter waren sowohl Hähne als auch Hennen immer wieder in meist großer Anzahl im slowakischen Teil des Heidebodens zu beobachten. Im Winterhalbjahr wechselte in den letzten Jahren ein

Großteil der Großtrappen fast täglich insbesondere zwischen der Slowakei und Österreich hin und her, zumal die Trappen häufig auf slowakischer Seite übernachteten.

Tab. 2.9: Bestand der Großtrappe im Heideboden im Zeitraum von 1990 bis 2008; Datengrundlage: Wendelin 2002 sowie eigene Daten von H. Wurm (1990 bis 2001), S. Faragó (1990 bis 2004), R. Raab (2002 bis 2008) und P. Spakovszky (2005 bis 2008) sowie zahlreiche Mitteilungen.

Tab. 2.9: Numbers of Great Bustards at Heideboden between 1990 and 2008; data sources: Wendelin 2002 and data from H. Wurm (1990 to 2001), S. Faragó (1990 to 2004), R. Raab (from 2002 until 2008) and P. Spakovszky (2005 to 2008) as well as many personal communications by other observers.

Jahr	Brutbestand			flügge Junge				Herbstbestand			
	♂	♀	ges.	♂	♀	unb.	ges.	♂	♀	unb.	ges.
1990	6	14-15	20-21				0	6	15-16		21-22
1991	3-5	13-14	16-19			1	1	4-6	12-13	1	17-20
1992	4-6	13-14	17-19	6		11	17	7-13	14	11	32-38
1993	9-11	21-25	30-36	8	1		9	7		35-37	42-44
1994	14-15	22-26	36-41	5	8		13	18	31		49
1995	16-18	30-31	46-49	5	10		15			63-65	63-65
1996	23-24	36	59-60	13	13-14		26-27	28	41	16	69-85
1997	36	48-50	84-86	5		12-15	17-20	5	15	84	104
1998	21-30	51-62	72-92	4	15-16		19-20	20		102	122
1999	24	70	94	4	16		20	35-36	36-37	41-43	114
2000	22-25	50-73	72-98			14	14	15		94	109
2001	22	72	94			17	17	28		83	111
2002	21-35	68	89-103	9	6	3	18	40-46	35-45	30	105-121
2003	29-46	55-88	84-134	2	5	9	16	43-55	87-98		130-153
2004	37-51	57-87	94-138	1		18	19	56	79-81		135-137
2005	52-53	95	147-148	4	4	6	14	51-54	64-85	9	124-148
2006	73-85	81-91	154-176	4	6		10	65-77	79-89	3	138-169
2007	86-88	95	181-183	8	4	4	16	68-76	97-102	14	179-192
2008	79-86	90-113	169-199	6		6	12	82-96	99-108		181-204

Bestandsentwicklung im Gebiet rund um Mosonszolnok

Das Gebiet rund um Mosonszolnok ist ebenfalls altes Trappengebiet und war auch lange Zeit ein wichtiger Balzplatz für die Großtrappe (Faragó 1987, 1996, 2006). Die Bestandsentwicklung der Großtrappe im Gebiet rund um Mosonszolnok ist zunächst für den Zeitraum 1990 bis 1998 zumindest für gewisse Jahreszeiten dokumentiert, wobei aus dem Zeitraum 1990 bis 1996 insbesondere Daten zum Trappenbestand aus dem Herbst verfügbar sind. Für den Zeitraum 2005 bis 2008 liegen Daten in sehr guter Qualität vor. Zur Brutzeit waren die Großtrappen in den letzten Jahren mit

hoher Beobachtungsintensität (2005 bis 2009) nur in geringer Zahl anzutreffen. So wurden von April bis Juni zumeist nur 2 bis 6 Hennen gezählt (Tab. 2.10).

Tab. 2.10: Bestand der Großtrappe im Gebiet um Mosonszolnok im Zeitraum von 1990 bis 2008; Datengrundlage: eigene Daten von H. Wurm (1990 bis 1998) und P. Spakovszky (2005 bis 2008) sowie einzelne Mitteilungen.

Tab. 2.10: Numbers of Great Bustards in the area around Mosonszolnok between 1990 and 2008; data source: data from H. Wurm (1990 to 1998) and P. Spakovszky (2005 to 2008) as well as personal communications by other observers.

Jahr	Brutbestand			flügge Junge				Herbstbestand			
	♂	♀	ges.	♂	♀	unb.	ges.	♂	♀	unb.	ges.
1990			?				?	12	21		33
1991			?			1	1	12	12	1	25
1992			?			1	1	11	23	1	35
1993	4	11(-25)	15(-29)				?				0
1994			?				?	10	15-18		25-28
1995	1		1				?	15	12		27
1996	1	5	6				?	8-9	17-20		25-29
1997	1	1-2	2-3				?				?
1998	2		2				?				?
1999		1	1				?				?
2000			?				?				?
2001			?				?				?
2002			?				?				?
2003			?				?				?
2004			?				?				?
2005		2-3	2-3				0	12	9	2	23
2006		2-3	2-3	1	2		3	1(-12)	26		27(-38)
2007		5-6	5-6			1	1	12	29	1	42
2008		4-5	4-5			1	1	14	21-26	1	36-41

Bestandsentwicklung im Hanság

Das Vorkommen der Großtrappe im Hanság ist als Rest des früheren westungarisch-burgenländischen Verbreitungsschwerpunktes in der Kleinen Ungarischen Tiefebene zu sehen (Überblick in Kollar 2001). Der Großteil der Population lebte noch Ende der siebziger Jahre im ungarischen Teil des Hanság (1969: 137 Exemplare), für den österreichischen Teil des Waasen werden um 1970 40–50 Individuen angegeben (Glutz von Blotzheim et al. 1994). Zumindest im burgenländischen Teil des Hanság hat sich dieser Bestand offenbar bis Ende der Siebziger gehalten, 1978 wurden 57 Vögel gezählt (Triebbl 1978). Im folgenden Jahrzehnt schwankten die Ergebnisse der Frühjahrszählungen stark, sie lagen zwischen 16 (1988) und 46 (1984); dies spiegelt

die Beziehungen zur ungarischen Teilpopulation wider: je nach Witterungsverhältnissen hielt sich ein jeweils unterschiedlicher Anteil des Gesamtbestandes im burgenländischen Waasen auf. Von 1988 bis 1993 schwankte der Brutbestand zwischen 15 und 20 Individuen (Reiter 2001a).

Der Brutbestand der Großtrappe im Hanság wurde im Zeitraum von 1994 bis 2008 zur Brutzeit mit hoher Intensität erhoben (Tab. 2.11). Interessant ist dabei, dass zwar Ende März und Anfang April noch eine größere Anzahl an Hennen anzutreffen ist, sobald jedoch die Brutzeit wirklich beginnt, verlässt ein Großteil dieser Hennen offenbar das Gebiet. Zur Brutzeit sind dann zumeist sogar etwas mehr Hähne als Hennen im österreichischen Teil des Hanság anzutreffen. Von 1994 bis 2001 ist der Bestand der Großtrappe leicht gesunken, seither nimmt er wieder leicht zu und war 2008 wieder auf ähnlichem Niveau wie 1994 (Tab. 2.11).

Tab. 2.11: Bestand der Großtrappe im Hanság im Zeitraum von 1994 bis 2008; Datengrundlage: eigene Daten von E. Patak (1994 bis 2008).

Tab. 2.11: Numbers of Great Bustards at Hanság between 1994 and 2008; data source: data from E. Patak (1994 to 2008).

Jahr	Brutzeitbestand			flügge Junge				Herbstbestand			
	♂	♀	ges.	♂	♀	unb.	ges.	♂	♀	unb.	ges.
1994	9-10	12-14	21-24			3	3				0
1995	5-6	12	17-18				0				?
1996	7-8	7-8	14-16	1	2		3	1	5		6
1997	7-10	6-7	13-17				0		3		3
1998	9-12	6-7	15-19				0		3		3
1999	9-13	4-6	13-19				0		4		4
2000	5-9	5	10-14			1	1		4	1	5
2001	4-6	5	9-11		1		1		1	2	3
2002	6-8	6	12-14			1	1		3	1	4
2003	11-12	5	16-17			5	5		3	4	7
2004	9-10	10	19-20			7	7		7-8		7-8
2005	10-12	8-9	18-21			5	5	2-3	1-3	1-3	4-9
2006	16-19	8	24-27				0		5		5
2007	16-17	10	26-27				0		0-8		0-8
2008	15	7-9	22-24			3	3		2	2	4

2.4.3. Verbreitung der westpannonischen Population um 1970, um 1995 und um 2005

Die drastischen Bestandsänderungen finden erwartungsgemäß auch in auffälligen Änderungen in der Verbreitung ihren Niederschlag. So war die Großtrappe um 1970 noch deutlich weiter verbreitet als um 1995 und um 2005 (Abb. 2.7 bis Abb. 2.10). Umfasste die besiedelte Fläche im westpannonischen Raum um 1970 noch ca. 2.900 km², waren es um 1995 nur mehr ca. 420 km². Im Zeitraum um 2005 ist die besiedelte Fläche wieder leicht angestiegen, und zwar auf ca. 515 km². Aber auch dieser Wert ist nur rund ein Fünftel des Wertes von 1970.

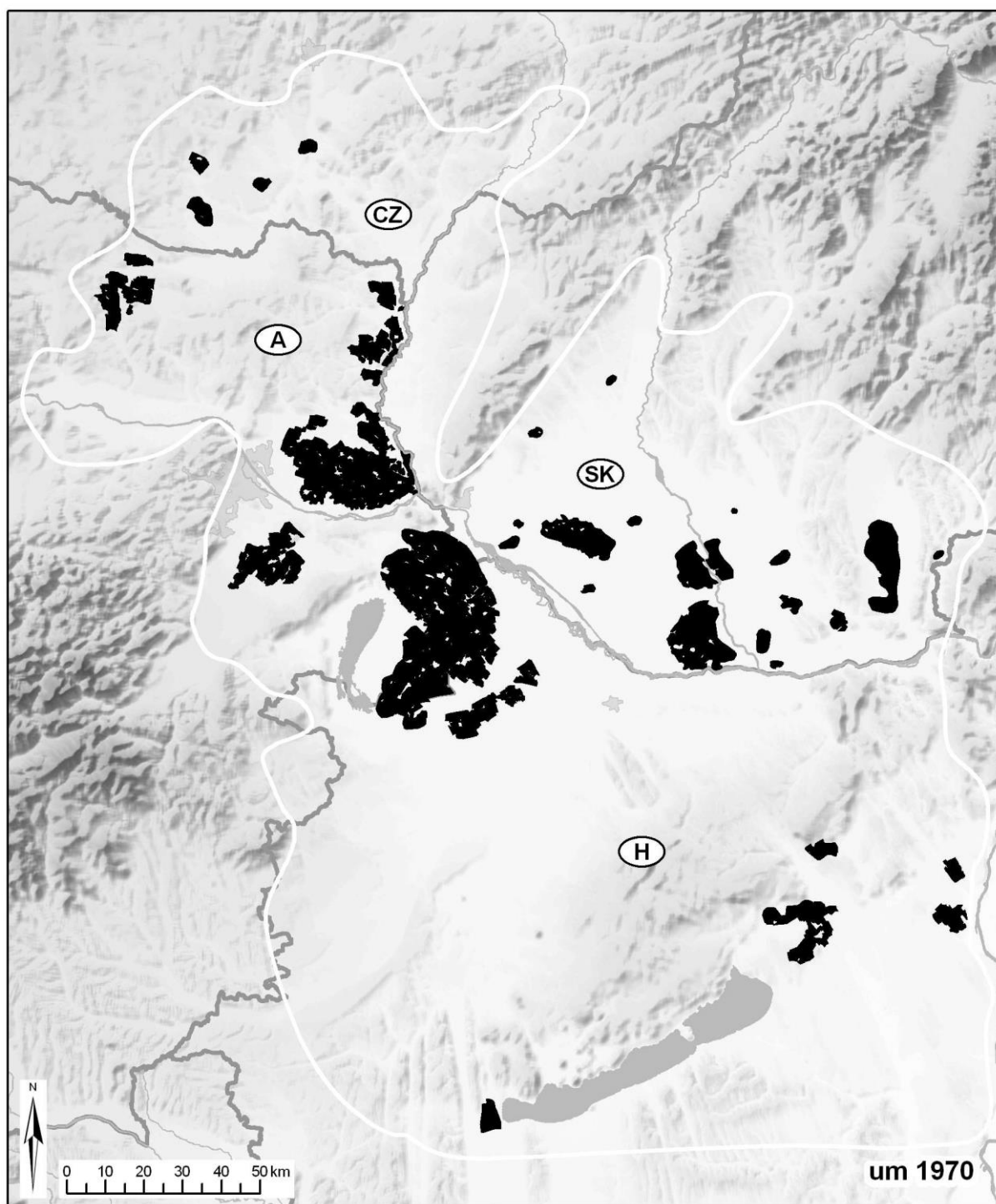


Abb. 2.7: Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe um 1970 (1964–1975; schwarze Fläche insgesamt ca. 2.895 km², davon ca. 1.419 km² in A, ca. 710 km² in H, ca. 696 km² in SK und ca. 69 km² in CZ); Datengrundlage: Lukschanderl 1971, Ferienc 1977, Faragó 1985, Glutz von Blotzheim et al. 1994, Fiala & Fialová 1995 sowie eigene Daten von H. P. Kollar und H. Winkler.

Fig. 2.7: Distribution of the west Pannonian population of Great Bustard around 1970 (1964–1975; black area in total approx. 2,895 km², of which approx. 1,419 km² in A, 710 km² in H, 696 km² in SK and 69 km² in CZ); data from Lukschanderl 1971, Ferienc 1977, Faragó 1985, Glutz von Blotzheim et al. 1994, Fiala & Fialová 1995 and from H. P. Kollar and H. Winkler.

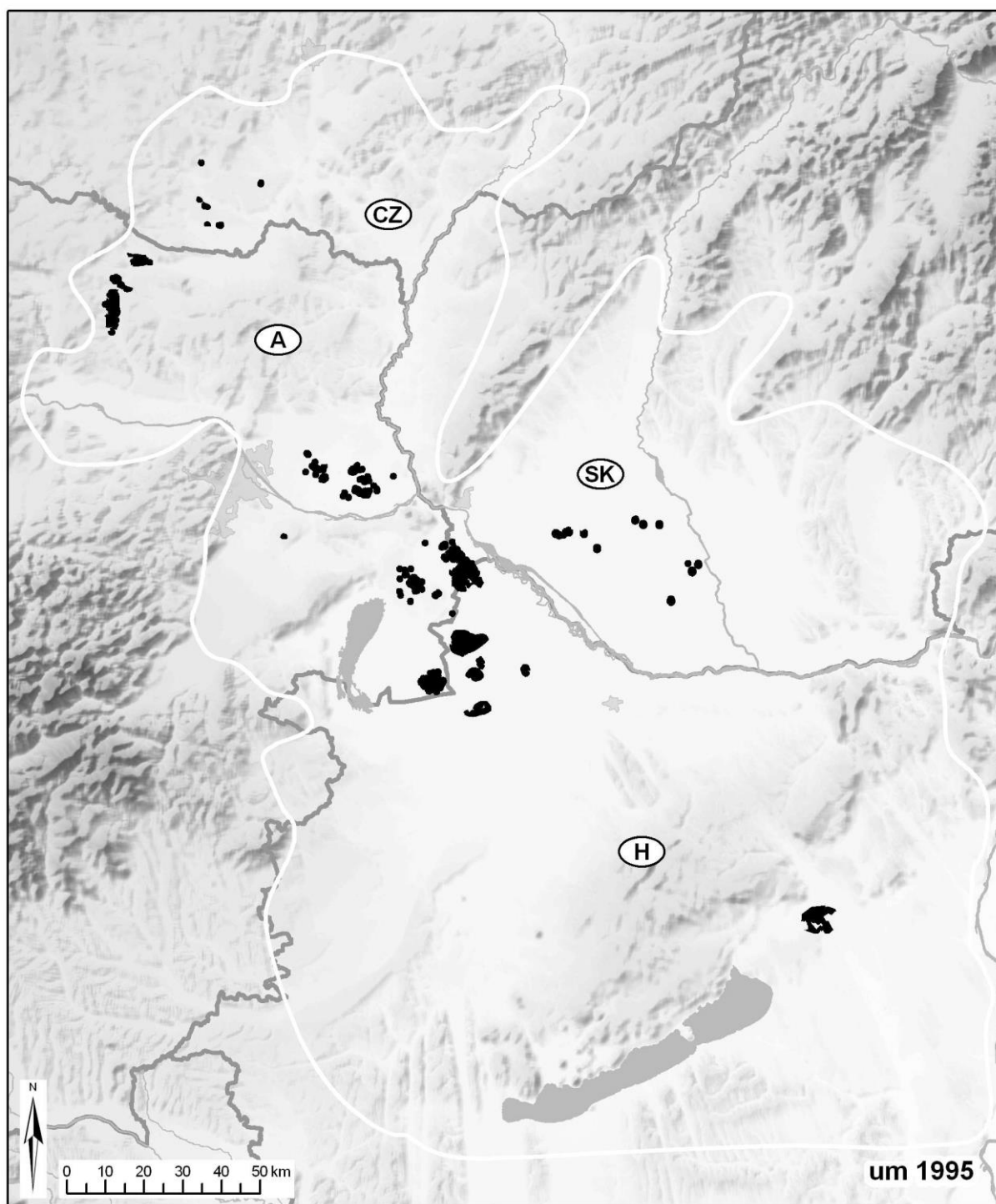


Abb. 2.8: Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe um 1995 (1990–1999; schwarze Fläche insgesamt ca. 419 km², davon ca. 213 km² in A, ca. 142 km² in H, ca. 52 km² in SK und ca. 12 km² in CZ); Datengrundlage: Chavko & Vongrei 1996, Faragó 1996, Kollar & Wurm 1996, Reiter 1997a, 1997b, 1998, 1999, 2000b sowie eigene Daten von J. Chavko, H. P. Kollar, E. Patak, V. J. Škorpíková und H. Wurm.

Fig. 2.8: Distribution of the west Pannonian population of Great Bustard around 1995 (1990–1999; black area in total approx. 419 km², of which approx. 213 km² in A, 142 km² in H, 52 km² in SK and 12 km² in CZ); data from Chavko & Vongrei 1996, Faragó 1996, Kollar & Wurm 1996, Reiter 1997a, 1997b, 1998, 1999, 2000b as well as from J. Chavko, H. P. Kollar, E. Patak, V. Škorpíková and H. Wurm.

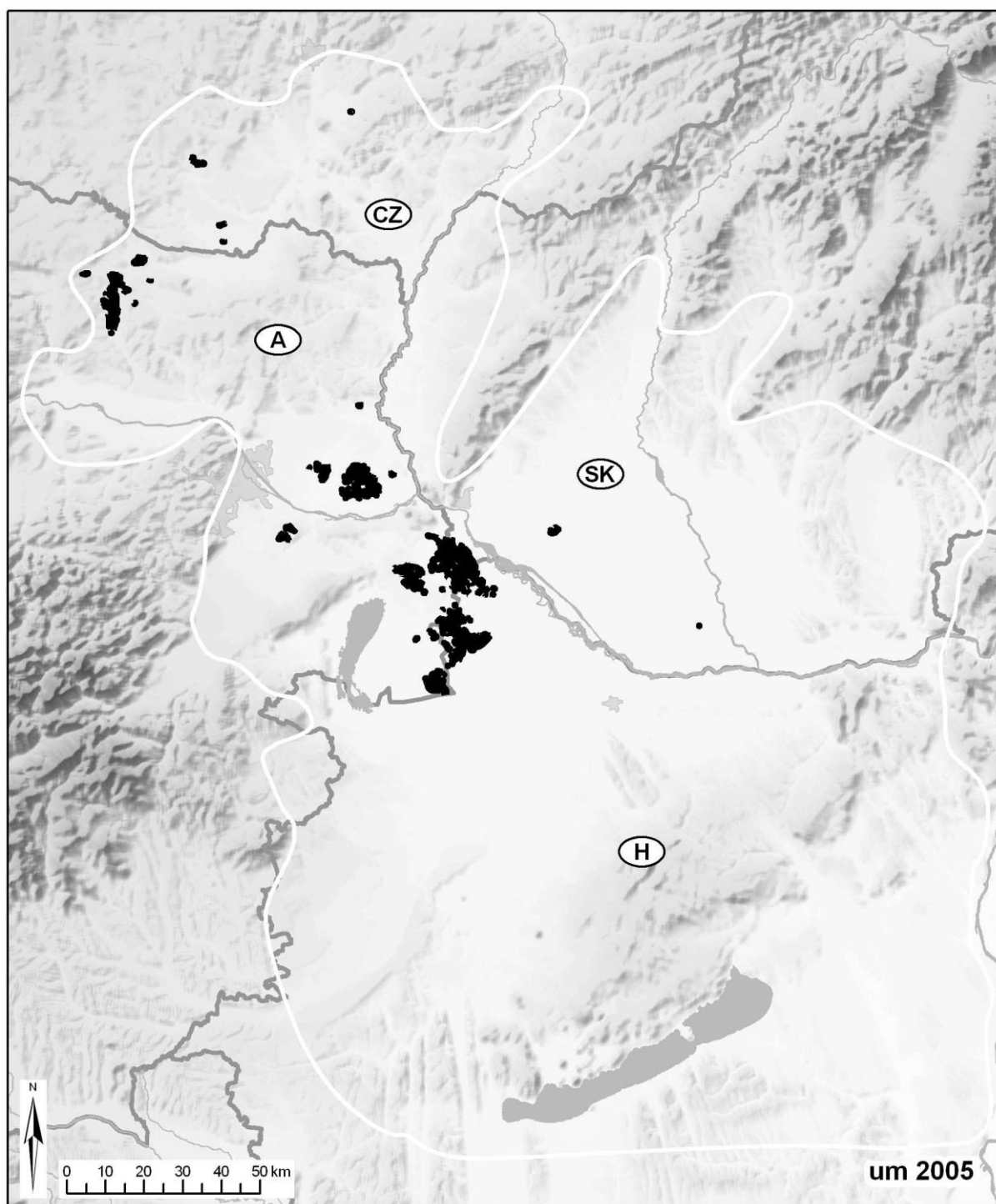


Abb. 2.9: Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe um 2005 (2000–2009; schwarze Fläche insgesamt ca. 515 km², davon ca. 336 km² in A, ca. 132 km² in H, ca. 32 km² in SK und ca. 15 km² in CZ); Datengrundlage: eigene Daten von J. Chavko, E. Julius, B. Maderiä, E. Patak, R. Raab, S. Raab, C. Schütz, V. Škorpíková, P. Spakovszky und H. Wurm.

Fig. 2.9: Distribution of the west Pannonian population of Great Bustard around 2005 (2000–2009; black area in total approx. 515 km², of which approx. 336 km² in A, 132 km² in H, 32 km² in SK and 15 km² in CZ); data from J. Chavko, E. Julius, B. Maderiä, E. Patak, R. Raab, S. Raab, C. Schütz, V. Škorpíková, P. Spakovszky and H. Wurm.

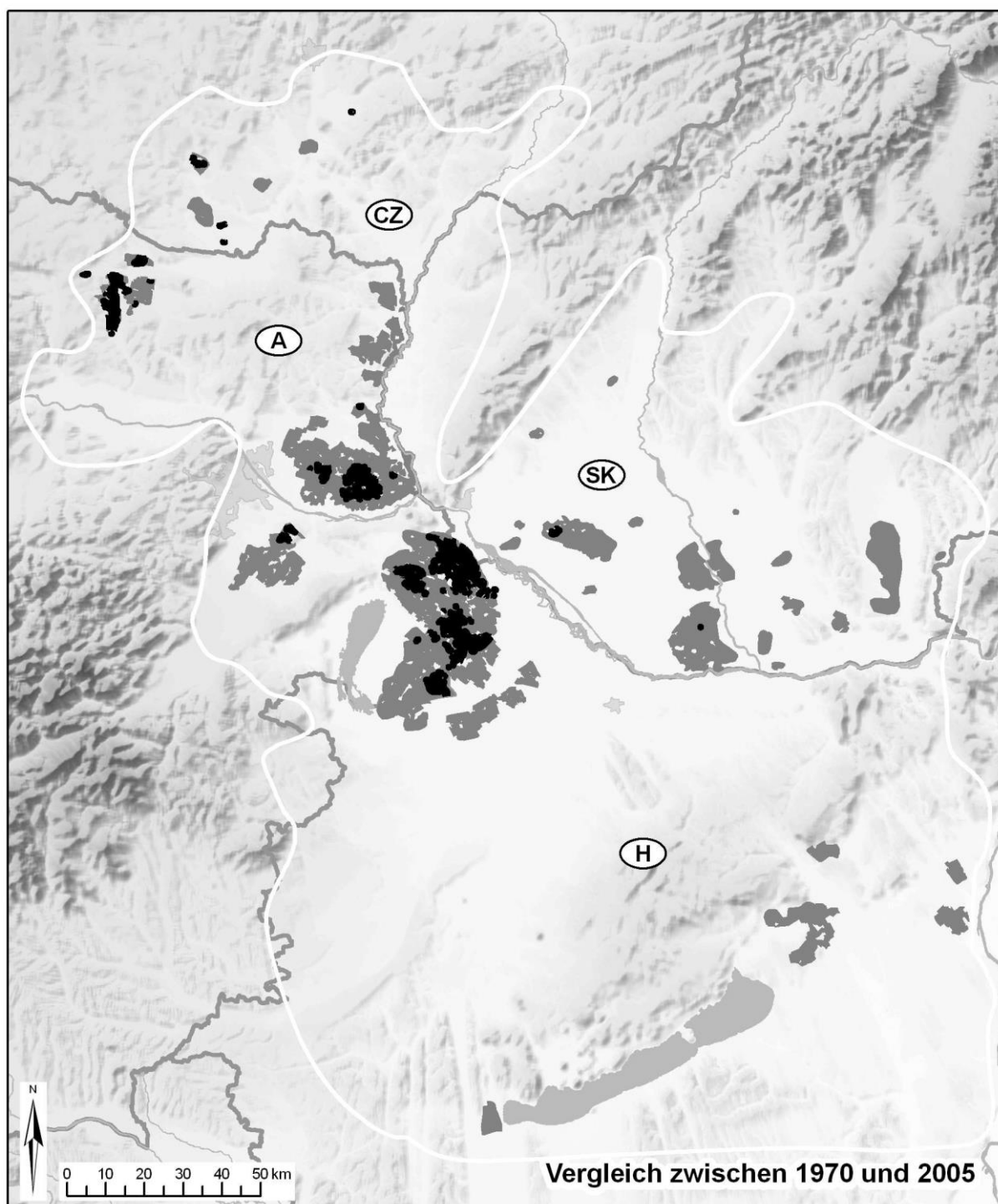


Abb. 2.10: Vergleich der Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe zwischen 1970 (graue Fläche) und 2005 (schwarze Fläche, vgl. Abb. 2.7 und 2.9).

Fig. 2.10: Comparison of the distribution of the west Pannonian population of Great Bustard between 1970 (black area) and 2005 (grey area, see Figs 2.7 and 2.9).

2.5. Diskussion

Das Brutgebiet der Großtrappe war im westpannonischen Raum seit Beginn der Besiedlung durch die Großtrappe vor ca. 6.000 Jahren (in der Jungsteinzeit bzw. dem Neolithikum) auf die großen Tiefebene und schwach gegliedertes und waldarmes Hügelland beschränkt. Das Vorhandensein großer Bestände bis ins 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts lässt sich gut mit der damaligen Wirtschaftsform (Allmende- und Dreifelderwirtschaft mit großräumigen störungsarmen Weide- und Bracheflächen) erklären (Glutz von Blotzheim et al. 1994).

Der dramatische Rückgang der Großtrappe in Europa im Laufe des 20. Jahrhunderts ist vor allem auf Lebensraumveränderungen, verursacht durch Änderung der Intensität der Landwirtschaft und Ausweitung von Infrastruktureinrichtungen, aber auch auf die Bejagung, zurückzuführen (Glutz von Blotzheim et al. 1994; del Hoyo et al. 1996).

Fast zeitgleich mit der westpannonischen Population erreichte auch die portugiesische Großtrappenpopulation Mitte der 90er Jahre ihren Tiefpunkt (Pinto et al. 2005). Zwar kam es von 1980 bis 1984 zu einem leichten Anstieg des Bestandes (von rund 1000 Individuen auf 1050), danach erfolgte jedoch ein kontinuierlicher Rückgang der Bestandszahlen, der seinen Tiefpunkt 1994 mit rund 760 Individuen erreichte (Pinto et al. 2005). Als Grund für diesen Rückgang wurde v. a. Habitatverlust hervorgehoben, verursacht durch Änderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung: Brachen, Getreide- und Leguminosenfelder – wichtige Komponenten des Großtrappenhabitats (Lane et al. 1999, Lane et al. 2001) gingen stark zurück, während Viehbestandsdichten und damit der Anteil an Dauerweiden stark anstiegen (Pinto et al. 2005). Erhöhte Viehbestandsdichten können wiederum zu erhöhter Störung, Überweidung und Zerstörung der Gelege führen (s. z. B. Kollar 1996).

Auch die Großtrappenpopulation im Osten Deutschlands zeigte seit Anfang der 1940er Jahre einen negativen Bestandstrend: während die Population 1940 noch 4100 Individuen umfasste, waren es im Jahr 1980 nur noch 560 Individuen (Bezzel 1985; Litzbarski & Litzbarski 1996b), und die Größe dieses zu diesem Zeitpunkt bereits weitgehend isolierten Bestandes sank in den Jahren 1995 bis 1999 weiter auf 73–95 Individuen ab (BirdLife International 2004). Für 2009 werden nach leichter Bestandserholung 114 Trappen angegeben (Langgemach 2009).

Als Hauptursache für den starken Rückgang wurde auch hier z. B. für die Population der Notte-Niederung südlich von Berlin Intensivierung der Landwirtschaft genannt

(Ludwig 1996), die die Hauptursache für Gelegeverluste und Verluste von nicht flüggen Jungen darstellte (Ludwig 1983).

In der spanischen Population waren die stärksten Rückgänge zwischen 1970 und 1980 zu verbuchen, als die Jagd auf Trappen noch erlaubt war (Alonso et al. 2003). Ab dann blieb die spanische Großtrappenpopulation hingegen über Jahre annähernd stabil (Alonso & Alonso 1996, Alonso et al. 2003, 2004, BirdLife International 2004b, Palacin & Alonso, 2008).

Die westpannonische wie auch die portugiesische Population erholte sich nach einem Tiefpunkt Mitte der 90er Jahre wieder und schlug einen deutlich positiven Weg der Bestandsentwicklung ein.

In Portugal kam es nach 1994 zu einem erneuten rapiden Anstieg des Großtrappenbestandes infolge intensiver Schutz- und Managementmaßnahmen (Pinto et al. 2005). So umfasste die portugiesische Großtrappenpopulation im Jahr 2002 schließlich 1150 Individuen (Pinto et al. 2005).

Auch die Bestände der westpannonischen Population stiegen von 1995 von 130 Individuen auf einen Bestand von rund 375 Individuen im Winter 2008/2009 an. Als Grund können auch hier umfangreiche grenzüberschreitende Schutzmaßnahmen wie das Anlegen spezieller Trappenschutzflächen und die Erdverkabelung von insgesamt 47,4 km 20kV-Mittelspannungsleitungen sowie die Markierung von insgesamt 153 km 110-, 220-, und 380kV-Hochspannungsleitungen insbesondere ab dem Jahr 2005 im Rahmen des österreichischen LIFE Projektes „Großtrappe“ angeführt werden. So existieren derzeit alleine in Österreich rund 5.000 ha ÖPUL-Trappenschutzflächen. In Westungarn wurden bereits ab 1992 spezielle Trappenschutzflächen angelegt, und zwar im Ausmaß von insgesamt 543 ha im Jahr 1992 und von 960 ha in den Jahren 1993 bis 2004 (Faragó 2006). Seit 2005 umfassen die speziellen Trappenschutzflächen im Rahmen des ungarischen Agrar-Umweltprogramms im grenznahen Bereich in Westungarn sogar 5.522 ha. So bildet heute an der österreichisch-ungarischen Grenze und im Westlichen Weinviertel ein vergleichsweise weiträumiges, wenig zerschnittenes, offenes und störungsarmes Ackerland mit extensiver Nutzung und einer ausreichenden Anzahl an speziellen „Trappenschutzflächen“ einen optimalen Lebensraum für diese Vogelart. Derartige Bedingungen findet die Großtrappe in Mitteleuropa heute aber nur mehr in den wenigen großflächigen Europaschutzgebieten des westpannonischen Raumes vor. In Ostösterreich und Westungarn führten diese Schutzmaßnahmen nach einem jahr-

zehntelangen Bestandsrückgang zu einer Bestandserholung und einer Wiederbesiedelung von ehemaligen Brutplätzen.

Selbstverständlich ist für die Erholung des Bestandes neben gezielten Schutzmaßnahmen auch eine günstige Witterung zur Brutzeit und Zeit der Jungenaufzucht wesentlich. In Mitteleuropa können insbesondere auch strenge Winter zu einer starken Bestandsabnahme führen (z. B. Lukschanderl 1971, Glutz von Blotzheim et al. 1994, Faragó 2006). In den letzten Jahren war die Witterung aus Sicht der Großtrappe im westpannonischen Raum zumeist günstig. Außerdem hielt sich auch der Prädationsdruck (insbesondere durch den Rotfuchs *Vulpes vulpes*) auf Gelege und Jungvögel aufgrund der lebensraumverbessernden Maßnahmen in den moisten Gebieten in Grenzen. Zu betonen ist dabei auch die zumeist ausgesprochen gute Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Jagd beim Schutz der Großtrappe, insbesondere durch freiwillige Rücksichtnahme auf die Balz- und Brutplätze der Großtrappe bei der Bejagung der Rehböcke und die teilweise intensivere Bejagung des Rotfuchses vor der Brutzeit der Großtrappe.

Obwohl es insgesamt zu einem Populationszuwachs kam, blieben in manchen Teilgebieten der westpannonischen Population – wie dem Westlichen Weinviertel – über einige Jahre die Brutzeitbestände trotz intensive Schutzbemühungen und guter Nachwuchszahlen annähernd konstant. Der Hauptgrund hierfür war im Westlichen Weinviertel die hohe Verlustrate durch Leitungskollisionen insbesondere im Zeitraum 2002 bis 2003 (Raab, unpubl.). Kollisionen von Großtrappen mit Stromleitungen führen auch in anderen Ländern zu starken Einbußen des Großtrappenbestandes. In Portugal beispielsweise kollidierten jährlich 7 % (92 Individuen) der Großtrappenpopulation mit Stromleitungen (Infante et al. 2005). In Spanien konnte eine Studie an mit Sendern ausgestatteten Großtrappen nachweisen, dass bei tot aufgefundenen Großtrappen, die sich in ihrem zweiten Lebensjahr befanden, 54,5 % durch Leitungskollision zu Tode gekommen sind (Martín et al. 2007).

Manche Teilgebiete – wie das Marchfeld und die Rauchenwarther Platte – zeigten über viele Jahrzehnte und auch noch in den letzten Jahren negativen Bestandstrend. Die Rauchenwarther Platte ist jedoch eines jener kleineren Teil-Einstandsgebiete, die bei weiterhin günstiger Bestandesentwicklung wieder besiedelt oder zumindest außerhalb der Brutzeit genutzt werden könnten.

Die Gründe für den negativen Bestandstrend im Marchfeld, das von 1900 bis 1990 das individuenreichste niederösterreichische Trappengebiet darstellte, und auf der

Rauchenwarther Platte sind einerseits der geringe Bruterfolg und andererseits die hohe Verlustrate im Winterhalbjahr, bedingt durch den beinahe regelmäßigen winterlichen Wegzug. So konnte im Winter 1990/1991 zum ersten Mal ein gesichertes Verstreichen der gesamten Marchfeld-Teilpopulation der Großtrappe registriert werden, und bereits im vorangegangenen Winter waren zwischen 12. Dezember 1989 und 22. Jänner 1990 keine Trappen angetroffen worden (Kollar & Seiter 1992). Bei der Winterflucht besteht eine erhöhte Gefahr der Kollision von Trappen mit Hochspannungs- und Mittelspannungsleitungen. Neben Leitungskollisionen kann aber auch das Verbleiben einzelner Individuen in anderen Gebieten zu abnehmenden Bestandzahlen führen. Dieser „Austausch“ an Individuen zwischen den einzelnen Gebieten findet – wie im Falle des Teilgebietes Marchfeld – nicht nur innerhalb Niederösterreichs statt, sondern auch mit der Teilpopulation im burgenländischen Dreiländereck. Das spiegelt sich z. B. an der Entwicklung des Hahnenbestandes im Herbst 2008 im Marchfeld wider: Ab 4. Juli war ein zweiter alter Hahn anzutreffen. Am 1. August war ein dritter alter Hahn anwesend und am 30. August einmalig sogar 4 Hähne, ab dann waren bis zum 6. Februar 2009 wieder 3 Hähne zu beobachten. Bei den „zusätzlichen“ Hähnen handelt es sich aber definitiv nicht um Hähne aus anderen niederösterreichischen Trappengebieten, da Ende August 2008 sowohl ein Hahn auf der Rauchenwarther Platte, als auch im Westlichen Weinviertel ein zusätzlicher alter Hahn beobachtet werden konnte. Insgesamt umfasste der niederösterreichische Hahnenbestand zur Brutzeit 2008 22 adulte und immature Hähne, Ende August 2008 waren jedoch 27 adulte und immature Hähne in Niederösterreich anzutreffen. Die zusätzlichen 5 Hähne haben sich zur Brutzeit 2008 wahrscheinlich im Burgenland oder in den Nachbarstaaten aufgehalten.

Offensichtlich sind in den letzten fünf Jahren im Herbst bzw. Winter Trappen aus dem Dreiländereck in das Marchfeld eingeflogen. Ein Austausch der österreichischen, slowakischen und ungarischen Bestände gerade während der Wintermonate wird schon von Lukschanderl (1971) angeführt. Interessant ist dabei, dass laut Lukschanderl (1971) und R. Trieb (schriftl. Mitteilung) in den 1960er, 1970er und 1980er Jahren der Hanság der wichtigste Überwinterungsplatz der Großtrappe in Österreich war (so z. B. ca. 146 Exemplare im Februar 1967 und 206 im Jänner 1982). In den letzten Jahren ist jedoch der österreichische, aber auch der slowakische Teil des Heidebodens zum wichtigsten Überwinterungsplatz der gesamten westpannonischen Population geworden. So konnten hier in den letzten Wintern regelmäßig Trupps von

mehr als 100 Großtrappen (z. B. 220 Großtrappen in einem Trupp am 28.11.2007 bzw. 215 am 8.1.2008) angetroffen werden. Im Hanság waren in den letzten Wintern jedoch kaum mehr Großtrappen anzutreffen.

Zählte die Parndorfer Platte beispielsweise 1922 mit etwa 300 Großtrappen alleine im Revier Zurndorf, darunter etwa 80 balzende Hähne (Lukschanderl 1971), noch zu den wichtigsten Balzgebieten Österreichs sind balzende Hähne auf der Parndorfer Platte in den letzten Jahren nur mehr ausnahmsweise anzutreffen. Am nahe gelegenen Heideboden gab es in den letzten Jahren dagegen einen deutlichen Anstieg des Bestands der Großtrappe auch zur Brut- und Balzzeit. Während der Anstieg die ersten Jahre ausschließlich auf hohe Zuwachsraten im ungarischen Teil zurückzuführen war (Faragó et al. 2001), spielt der österreichische, aber auch der slowakische Teil des Heidebodens in den letzten Jahren eine immer wichtigere Rolle. Dieses grenzüberschreitende Gebiet stellt somit seit etwas mehr als 10 Jahren das bei weitem wichtigste Gebiet für die gesamte westpannonische Population der Großtrappe dar.

Bemerkenswert ist der unmittelbare Zusammenhang der Trappenteilpopulation im Hanság und im nahe gelegenen Gebiet um Mosonszolnok. So befinden sich die meisten Individuen dieser beiden Teilgebiete im Frühjahr am Beginn der Balzzeit im Hanság. Die Trappennen verlassen aber zum Großteil noch bis Mitte April das Gebiet und halten sich ebenso wie die Hähne, die im April und Mai in den letzten Jahren fast ausschließlich im Hanság balzten, im Herbst und Winter überwiegend im Gebiet um Mosonszolnok auf. Deshalb sind einmalige Synchronzählungen jeweils Anfang April des Jahres zur Erfassung des zur Brutzeit anwesenden Bestandes insbesondere bei den Hennen nicht ausreichend, wie sich besonders deutlich im Hanság zeigt (vgl. Reiter 2001a).

Einen interessanten Hinweis auf den Zusammenhang der Teilbestände der westpannonischen Trappenpopulation liefern auch die Beobachtungen von der Rauchenwarther Platte: Nach vielen Jahren ohne Bruterfolg wurde 2000 ein Junghahn flügge, der von 10. Juli bis zum 1. November mehrfach gemeinsam mit einer Henne beobachtet werden konnte. Da diese beiden Trappen während des Winters 2000/2001 weder im Weinviertel noch im Marchfeld aufgefallen sind, ist davon auszugehen, dass sie in das ca. 40 km entfernte Dreiländereck Österreich, Ungarn und Slowakei gewechselt haben. Die Henne, die erst am 3.5.2001 von ortsansässigen Landwirten

und Jägern auf der Rauchenwarther Platte wieder entdeckt wurde, hat sich dort offenbar erst unmittelbar vor Brutbeginn eingefunden.

Auch dieses Beispiel zeigt, dass der Gesamtlebensraum, den eine Großtrappe im Jahresverlauf beansprucht, zumeist sehr groß ist, da sie unterschiedliche Frühjahrs-, Hochsommer-, Herbst- und Wintereinstandsgebiete nutzt. Jahreszeitlich bedingt kommt es bei allen Teilpopulationen der grenzüberschreitenden westpannonischen Population zu regelmäßigen Verlagerungen der Haupteinstandsflächen. Einzelne Beobachtungen der letzten Jahrzehnte deuten auch darauf hin, dass zumindest noch ein gewisser Austausch mit der ostpannonischen Population der Großtrappe besteht. Die Verbreitung der Großtrappe um 1970 stellt sicherlich nicht die maximale Ausdehnung der Trappenvorkommensgebiete im westpannonischen Raum dar, wie beispielsweise Karten aus dem Zeitraum um 1930 zeigen (z. B. Amon 1931). So war um 1930 beispielsweise in Österreich noch ein großer Teil der Niederungen im östlichen Niederösterreich (Amon 1931) und im Burgenland besiedelt (Glutz von Blotzheim et al. 1994, Kollar 2001). Auf eine kartografische Darstellung der Verbreitung vor dem Zeitraum um 1970 musste jedoch verzichtet werden, da nicht für alle Teilbereiche, insbesondere jene in der Slowakei und der Tschechischen Republik, ausreichend gute Grundlagen vorhanden sind.

Das länderübergreifende Gebiet Heideboden stellt gegenwärtig einen Konzentrationspunkt der westpannonischen Population der Großtrappe dar. Von diesem gut reproduzierenden Bestand geht offenbar Wiederbesiedlung früherer Trappengebiete aus, und hier sammeln sich Winterbestände beinahe der gesamten Population.

Die Entwicklung der Bestandeszahlen in den Teilgebieten zeigt, dass Schutzmaßnahmen wirksam sind. So kam es zu einem Bestandszuwachs am Heidenboden von 20 Großtrappen im Jahr 1990 auf 169 bis 207 zur Brutzeit 2008 bei gleichzeitigem Anstieg der Schutzflächen von 0 ha auf mehr als 1.800 ha und im Westlichen Weinviertel von 22 Großtrappen zur Brutzeit 1996 auf 55 zur Brutzeit 2008 bei gleichzeitigem Anstieg der Schutzflächen von 0 ha auf mehr als 3.500 ha.

In zwei Schutzgebieten gelangen in den letzten Jahren durch die Erdverkabelung von Mittelspannungsleitungen die Wiederherstellung von hindernisfreien Korridoren und die Erweiterung eines größeren, unzerschnittenen Lebensraums für die Großtrappe. Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen außerdem, dass frühere Trappengebiete von gut reproduzierenden Teilbeständen aus wiederbesiedelt werden und daher hinsichtlich Schutzbemühungen nicht aufzugeben sind, und dass der

Schutz der Großtrappe auch in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten Europas grundsätzlich möglich ist. Das Freihalten von Flugkorridoren von Hindernissen, wie Freileitungen sowie Windkraftanlagen, ist insbesondere innerhalb der Schutzgebiete, selbstverständlich aber auch zwischen den Trappenschutzgebieten anzustreben.

2.6. Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Monitorings von Beständen der Großtrappe in sieben Haupteinstandsgebieten in Österreich, Ungarn und der Slowakei von etwa 1990 bis 2009 werden im Detail dargestellt. Anhand von weiteren Daten seit 1900 wird die Bestandentwicklung der west-pannonischen Population der Großtrappe über etwa ein Jahrhundert hinweg beschrieben. Von den sieben Hauptuntersuchungsgebieten liegen drei in Niederösterreich (Westliches Weinviertel, Marchfeld und Rauchenwarther Platte) und zwei im Nordburgenland (Parndorfer Platte und Hanság). Ein Gebiet (Heideboden) liegt im Dreiländereck und umfasst Flächen im Nordburgenland, in Ungarn sowie der Slowakei und ein Gebiet (Mosonszolnok) umfasst einige Flächen im Nordburgenland, aber zum Großteil Flächen in Ungarn.

Der Bestand der Großtrappe ging im westpannonischen Raum von mindestens 3.500 Individuen im Jahr 1900 auf ca. 130 Individuen im Jahr 1996 zurück. Dieser dramatische Rückgang ist vor allem auf Habitatveränderungen, verursacht durch Änderung der Landwirtschaft und Ausweitung der Infrastruktur, aber auch auf Bejagung, zurückzuführen. Dank intensiver und grenzüberschreitender Schutzmaßnahmen wuchs der Bestand bis zum Winter 2008/2009 wieder auf mindestens 376 Individuen an. Der österreichische Bestand der Großtrappe sank von 700–800 Individuen gegen Mitte des 20. Jahrhunderts auf etwa 60 Individuen gegen Ende des Jahrhunderts herab und stieg bis zur Brutzeit 2008 wieder auf ca. 210 Individuen an. Auffällig dabei ist der unterschiedliche Verlauf der Bestandsentwicklung in den einzelnen Teilgebieten. Auf der Rauchenwarther Platte erlosch der Brutzeitbestand 2005. Im Marchfeld kam es im Zeitraum von 1990 bis 2006 zu einem starken Bestandsrückgang, seither steigt der Brutzeitbestand der Großtrappe hier wieder leicht an. Im Hanság blieb der Bestand seit 1990 mehr oder weniger stabil. Auf der Parndorfer Platte kam es erst ab 2007 und im österreichischen Teil des Heidebodens sowie im Westlichen Weinviertel bereits ab 1998 zu einem starken Anstieg der Population. In Westungarn ist der Bestand zur Brutzeit ebenso wie in Ostösterreich von

1940 bis 1996 stark gesunken, hat sich aber seither nicht mehr so deutlich erholt wie in Ostösterreich.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bestände der westpannonischen Population der Großtrappe zusammenhängen, dass Bestandsentwicklungen in den Teilgebieten wesentlich vom Angebot an Schutzflächen abhängen, und dass kleinere oder vorübergehend verlassene Trappengebiete von gut reproduzierenden Teilpopulationen aus wiederbesiedelt werden können.

2.7. Danksagung

Die in den letzten Jahren erzielten Erfolge des Trappenschutzes in Österreich beruhen sowohl im Burgenland als auch in Niederösterreich auf der guten Kommunikation des Naturschutzes mit den Landwirten, Jägern und regionalen Politikern, durch die eine hohe Akzeptanz des Großtrappenschutzes erreicht wurde. Unser Dank gilt mehr als 700 Personen, insbesondere Landwirten (wie z. B. Werner Falb-Meixner, Josef Mann und Reinhold Reif), Jägern (wie z. B. Franz Autherith, Franz Bartolich, Karl und Wilfried Hogl, Paul Weiß, Hermann Wogowitsch, Hans Wurm und Karl Zsivicza) und Naturschützern (wie z. B. Franz Eder, Franz Josef Kovacs, Helmut Pacholik, Franz Stadler und Josef Timar), die in die Schutzprojekte für die westpannonische Population der Großtrappe involviert sind. Viele dieser Personen haben sowohl landwirtschaftliche Flächen für die Anlage von speziellen Trappenschutzflächen als auch zumindest einzelne Daten zur Verbreitung der Großtrappe zur Verfügung gestellt. Zur Kartenerstellung standen auch Daten von BirdLife Österreich zur Verfügung, insbesondere von Hans-Martin Berg, Michael Dvorak und Beate Wendelin.

Die Erfassung der Verbreitung der westpannonischen Population der Großtrappe erfolgte in den letzten Jahren überwiegend im Rahmen von Großteils EU kofinanzierten Projekten, die auch vom Lebensministerium, der Niederösterreichischen und Burgenländischen Landesregierung sowie weiteren Projektpartnern und Kofinanziers gefördert wurden, wofür auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Hervorzuheben sind insbesondere folgende Projekte: INTERREG-III A – Programm für Österreich und Ungarn mit dem Titel „Artenschutzprojekt Großtrappe – Projektgebiete Parndorfer Platte und Heideboden“ (Projekt Nr. HUBP5M2_0015, Laufzeit von 2002 bis 2006), LPF-Projekt „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe im Burgenland“ (Zahl: 5-N-A1025/148-2009, Laufzeit 2005 bis 2010), die Ländliche

Entwicklung – Projekte „Artenschutzprojekt Großtrappe – Projektgebiete Weinviertel, Marchfeld und Rauchenwarther Platte“ (Projekt Nr. RU5-LE-040/000, Laufzeit 2001 bis 2002 und RU5-LE-152/000, Laufzeit 2002 bis 2004) und „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Niederösterreich“ (Projekt Nr. RU5-S-428/001-2005, Laufzeit 2005 bis 2010) sowie die LIFE Projekte „Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria“ (LIFE05 NAT/A/000077, siehe, www.grosstrappe.at), „Conservation of *Otis tarda* in Hungary“ (LIFE04 NAT/HU/000109, siehe www.tuzok.hu) und „Conservation of *Otis tarda* in Slovakia“ (LIFE05 NAT/SK/000115, siehe www.dropy.sk).

Björn Beckmann sei für die Überarbeitung der englischen Textteile gedankt. Andreas Ranner hat durch seine Kommentare wesentlich zur Verbesserung der ursprünglichen Fassung dieser Arbeit beigetragen.

Chapter 3 - Optimizing the attractiveness of winter oilseed rape fields as foraging habitat for the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population during winter

Rainer Raab¹, Claudia Schütz^{1,3}, Péter Spakovszky^{1,2}, Eike Julius¹ & Christian H. Schulze^{3*}

submitted July 2013

¹ Technisches Büro für Biologie
Quadenstraße 13
2232 Deutsch-Wagram, Austria

² Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology
University of West Hungary
Ady E. u. 5
H-9400 Sopron, Hungary

³ Department of Tropical Ecology and Animal Biodiversity
University of Vienna
Rennweg 14
A-1030 Vienna, Austria

*Author for correspondence; e-mail: christian.schulze@univie.ac.at

Keywords: Conservation measure, Rape field size, Human disturbance, Asphalt roads

Own contribution:

Study design 40 %, scientific field work 65 % and writing 40 %

3.1. Abstract

Winter oilseed rape represents an important food source for Great Bustards and winter rape fields were recommended as conservation measure to improve habitat quality of the species' wintering areas. Great Bustard surveys during four consecutive winters (winter 2005/2006–winter 2008/2009) were used to identify characters of oilseed rape fields, which increase their attractiveness for the species in its West-Pannonian wintering area. The study was conducted in study areas in Eastern Austria, around the Austrian–Slovakian–Hungarian border and in the Hungarian Moson Plain. To test for effects of field size and isolation of fields from other rape fields, and the distance to the nearest asphalt road on occurrence and abundance of Bustards (maximum number of birds counted in individual rape fields per winter), we calculated generalized linear mixed models (GLMMs) including all three predictor variables as fixed effects and winter as random effect for each of the three study areas. Field size most strongly affected occurrence and abundance of Bustards. The availability of large (>>15 ha) winter rape fields far from asphalt roads is recommended as a prime conservation measure to improve the quality of rape fields as foraging habitat for Great Bustards during the winter months (November–March).

3.2. Introduction

For resident bird populations at higher latitudes winter conditions represent an important mortality factor (Graber and Graber 1979; Cawthorne and Marchant 1980). The availability of food can particularly influence the likelihood of birds dealing successfully with the often harsh environmental conditions during the winter months. The importance of a sufficient food supply in winter has been demonstrated both empirically (Houston and Francis 1995) and experimentally through artificial food supplementation (Lahti et al. 1998).

In human-dominated landscapes crops such as winter oilseed rape can contribute a significant proportion of food used by birds during the winter months. For example, in Britain the introduction of oilseed rape (*Brassica napus*) provided an abundant winter food for the Woodpigeon (*Columba palumbus*) which as a consequence recovered from a population decline in the late 1960s (Inglis et al. 1997). Oilseed rape fields are also an important foraging habitat in winter for Dark-bellied Brent Geese (*Branta bernicla bernicla*) (McKay et al. 1996) and attract many other birds (Eyre et al. 2012).

Winter food supply for farmland birds such as game birds, insectivorous or granivorous passerines can be enhanced by cultivating seed-rich 'winter bird crops' (Henderson et al. 2004) and fodder brassica crops, by maintaining stubbles (Hancock and Wilson 2003) or by setting aside of arable farmland (Buckingham et al. 1999). These management actions are of particular importance since 58% of farmland and grassland bird species declined during 1990-2000 (Birdlife International 2004b).

Great Bustards are mainly herbivorous, especially in the mid-winter period (December to March). During that time of year faeces of Great Bustards in north-west Spain consisted almost entirely of green plant material and contained only a very small quantity of invertebrates and seeds (Lane et al. 1999). The importance of oilseed rape as food for Great Bustards has already been emphasised (Sterbetz 1980; Litzbarski et al. 1987; Kalmár and Faragó 2008) and its cultivation within traditional wintering areas has even been recommended as a conservation measure to decrease winter mortality (Nagy 2009). To optimize the value of rape fields as conservation tool for improving food availability for Great Bustards during winter, we studied how field parameters such as rape field size, isolation of fields from other rape cultivations and human disturbance affect their suitability as feeding habitat for West-Pannonian Great Bustards. We expect that larger rape fields are preferred by Great Bustards. They do not just provide a larger amount of high-quality food but also may allow Bustards to escape human disturbance by movements within the rape field without the necessity to change to another disturbance-free area by energy consuming flights. Consequently, minimizing the need for movements between different rape fields by using large fields may decrease the importance of the distance between rape fields as predictor for rape field use. Human disturbance can also play an important role in habitat choice of Great Bustards (López-Jamar et al. 2011; Alonso et al. 2012; Burnside et al. 2013). Reducing escape flights induced by human disturbance may be particularly important during winter when energy loss has to be minimized. Therefore, we expect that a decreasing distance of rape fields to asphalt roads, used as proxy for human disturbance, will negatively affect the occurrence of Bustards.

3.3. Methods

3.3.1. Study areas

The study was conducted in a total of three areas which are regularly used as winter habitat by the West-Pannonian population of Great Bustards for at least 15 years.

One was situated in the Special Protected Area (SPA) “Westliches Weinviertel” (WW; 1 560 ha) in Eastern Austria, the second one in the three SPAs “Parndorfer Platte – Heideboden”, “Sysl’ovské polia” and “Mosoni-sík” (PH; 3 880 ha) at the Austrian–Slovakian–Hungarian border and the third one in the southern part of the SPA “Mosoni-sík” (MS; 3 004 ha) in the Hungarian Moson Plain (Fig. 3.1).

The study areas are located in a mainly flat or gently undulating open landscape and being largely free of vertical structures like trees or hedges; a landscape structure preferred by Great Bustards (Collar 1996; Osborne et al. 2001). All three study areas are lacking any natural grassland and mainly consist of arable land and are cultivated for the most part with winter and spring cereals, maize and various root crops. There is intensive cultivation, although agri-environmental schemes are initiated to support the requirements of Great Bustards. Associated non-obligatory measures available to farmers due to the EAFRD (European Agriculture Fund for Rural Development) ensured that cultures of winter oilseed rape, lucerne and set-aside land cover a relatively large area of our study region. Winter rape covered in average ($\pm$ SD) 351.86 ($\pm$ 209.02) ha per winter at MS, 185.11 ($\pm$ 39.57) ha at PH and 137.80 ($\pm$ 35.51) ha at WW. The data on habitat cover was gathered through ground surveys on the basis of digital cadastre maps (1:1 000).

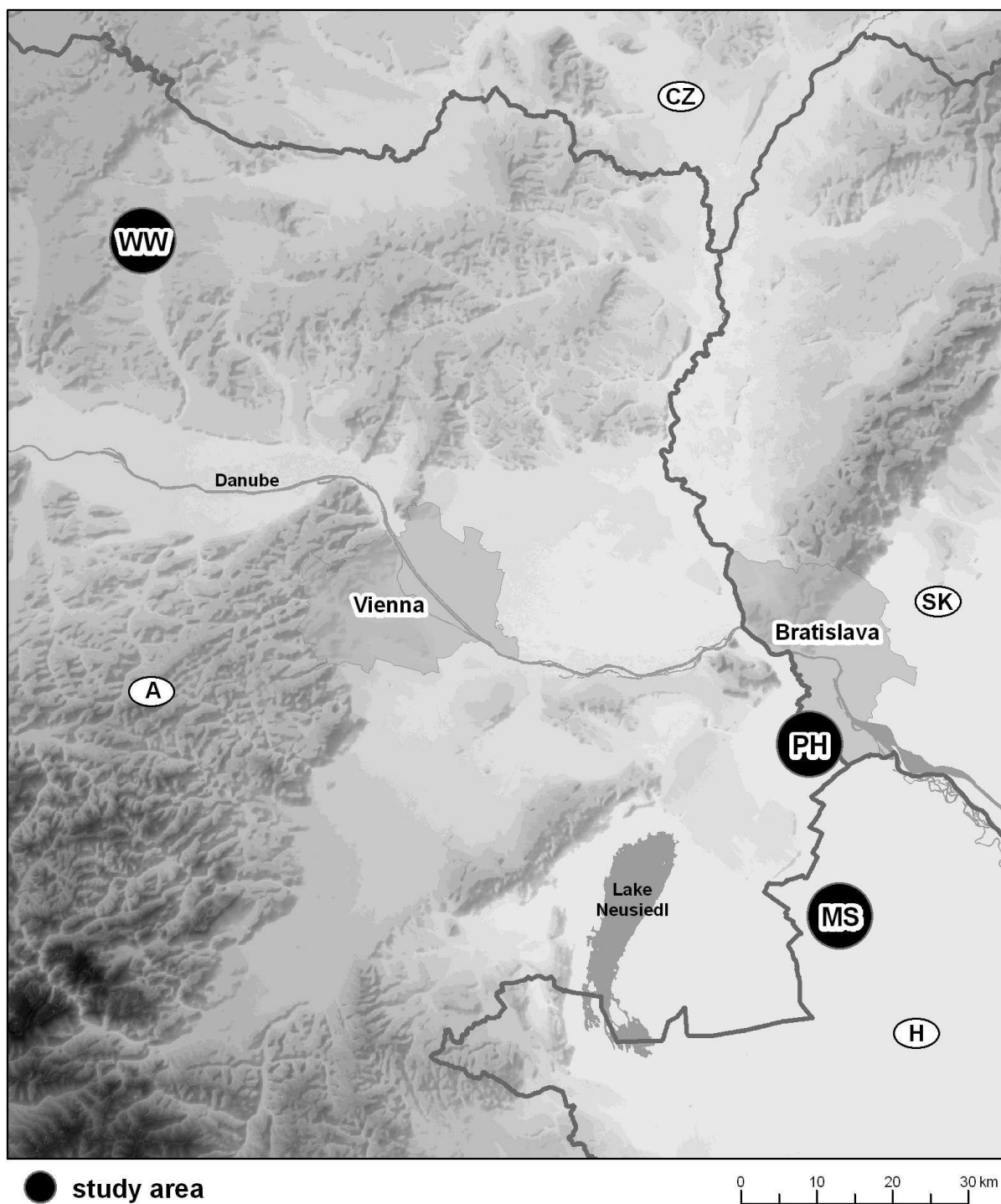


Fig. 3.1: Map indicating the three study areas where Great Bustard surveys were conducted: MS – Mosoni-sík (Western Hungary); WW – Westliches Weinviertel (Eastern Austria); PH – Parndorfer Platte-Heideboden (Eastern Austria), Sysl'ovské polia (Western Slovakia) and Mosoni-sík (Western Hungary).

3.3.2. Great Bustard counts

Field work was conducted in the winters 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008 and 2008/2009. During the four winters all study areas were surveyed for Great Bustards from mid November until mid March. MS was visited on a total of 68 days (20, 16, 19

and 13 days in the winters 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008 and 2008/2009, respectively), PH on 55 days (18, 13, 10 and 14 days) and WW on 35 days (13, 7, 8 and 7 days). Survey duration was approximately 3.5, 5.5 and 3 hours per visit at MS, PH and WW, respectively, reflecting size differences of our study areas. During each visit the total study area was surveyed for birds. Locations of all encountered single individuals and flocks were immediately marked in the field on topographical (1:12 500) maps and, when observed in a rape field, assigned to an identified rape field. If more than one survey round was conducted per day, only the one with the higher total number of recorded Bustards was considered. When birds were observed changing their location during a survey round, only the first observation was considered for further analyses. Also if size and composition (e.g. sex and/or age ratio of individuals) of a flock was similar to a flock observed earlier that day and the latter flock could not be rediscovered again at its former location, the second observation was rated as double count and was not considered in further analyses.

3.3.3. Winter rape fields and asphalt roads

The two winter rape field parameters size and isolation (from other rape fields) were measured by ArcMap 9.1 (ESRI) for all four winters. Field isolation was quantified as the median distance to the 4 nearest rape fields. Distances between fields were measured as the minimum distances between field margins. As a substitute for human disturbance, we measured the minimum distance between the field margin and the nearest asphalt road with ArcMap 9.1.

3.3.4. Data analysis

To assess effects of field size (log x transformed), field isolation ($\sqrt{x}$ transformed) and distance from the field margin to the nearest asphalt road ($\sqrt{x}$ transformed) on the occurrence (incidence data: presence/absence) of Bustards in rape fields, Generalized Linear Mixed Models (GLMMs) with binomial error distribution and logit-link function were calculated. Winter was fitted as random factor. Due to differences in Bustard numbers in the three study areas, GLMMs were calculated separately for all three areas. GLMMs with winter fitted as random factor were also used to detect effects of field size, field isolation, and distance to nearest roads on the maximum number of Bustards counted in rape fields during individual winters. These GLMMs were calculated with a Poisson error structure and a log-link function, which is rec-

ommended for count data (e.g. Bolker et al. 2009). All GLMMs were calculated using standardized variables. All statistical analyses were conducted using STATISTICA version 7.1 (StatSoft Inc. 2005).

3.4. Results

GLMMs (with winter as random effect) including the variables field size, field isolation and distance to nearest asphalt road indicate a significant effect of field size on Great Bustard occurrence for all three study areas (Tab. 3.1). The probability of Bustard occurrence predicted by the GLMMs increased with rape field size in all three study areas (Fig. 3.2). The rape field variables isolation and distance to the next asphalt road only affected the occurrence of Bustards in rape fields at the study area WW. However, both variables only weakly influenced the occurrence of Bustards as indicated by the small coefficients (Tab. 3.1).

Tab. 3.1: Results of GLMMs (with the variable winter as random effect) testing for effects of field size, field isolation and distance from field margin to the next asphalt road on the occurrence of Great Bustards in winter rape fields for each of the three study areas. Significant effects are indicated in bold.

Study area	Model term	<i>F</i>	<i>P</i>	Coefficient	SE	95% CI	
						Lower	Upper
MS	Field size	8.89	0.004	1.02	0.34	0.335	1.712
	Field isolation	3.03	0.088	0.06	0.04	-0.009	0.134
	Distance to next road	3.92	0.053	0.05	0.03	-0.001	0.102
PH	Field size	5.98	0.016	0.51	0.21	0.097	0.915
	Field isolation	1.49	0.224	0.03	0.22	-0.020	0.084
	Distance to next road	1.83	0.179	-0.03	0.02	-0.069	0.013
WW	Field size	8.27	0.004	0.86	0.30	0.271	1.449
	Field isolation	9.48	0.002	0.11	0.03	0.038	0.172
	Distance to next road	11.34	0.001	0.11	0.03	0.047	0.178

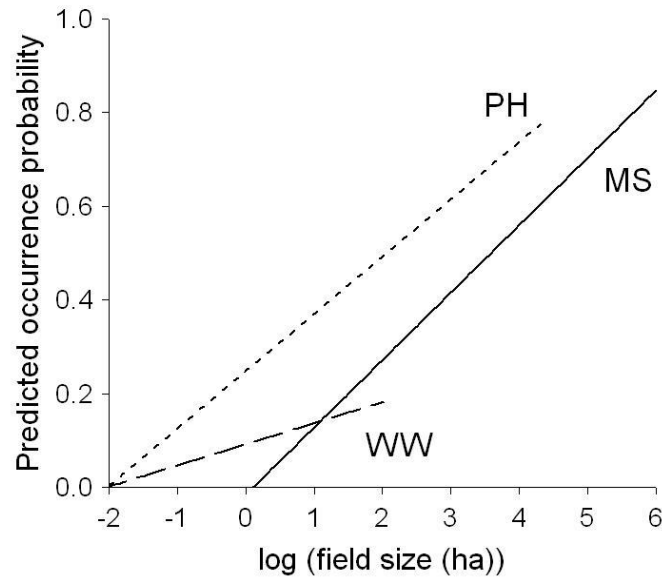


Fig. 3.2: The relationship between probability of Great Bustard occurrence in winter rape fields and field size predicted by GLMMs including the variables field size, field isolation and distance of fields to the next asphalt road. Visualized are resulting linear regression curves for all three study areas: MS – Mosoni-sík; WW – Westliches Weinviertel; PH – Parndorfer Platte-Heideboden, Sysl'ovské polia and Mosoni-sík.

Subsequently calculated univariate logistic regressions testing for effects of winter rape field size on the occurrence of Bustards also indicate a strongly increasing likelihood of occurrence with increasing field size for the study areas MS ($\chi^2 = 13.20$, $p < 0.001$) and PH ($\chi^2 = 10.48$, $p = 0.001$; Fig. 3.3). For WW only a weak positive effect of field size on the occurrence of Bustards was found ($\chi^2 = 3.94$, $p = 0.047$), perhaps because average size of rape fields was smaller at WW than at MS and PH in all winters (Electronic Supplementary material ESM Fig. 3.S.1). Both the logistic regression curves for MS and PH indicate a 50% likelihood of Bustard occurrence in winter rape fields for a field size of ca. 15 ha (Fig. 3.3).

GLMMs testing for effects of all three rape field variables on the maximum number of Great Bustards counted per winter in individual rape fields again indicate a significant effect of field size for the three study areas. Although field isolation at MS and WW and distance to the nearest asphalt road at all three study areas also proved to significantly influence Bustard numbers in rape fields, their comparably small coefficients provide evidence that they were only of minor importance for predicting Bustard numbers (Tab. 3.2). An increase of isolation of rape fields and distance to asphalt roads both appeared to positively affect the number of Bustards at MS and WW. In contradiction, the distance to the nearest asphalt road was significantly related to Great Bustard numbers at PH.

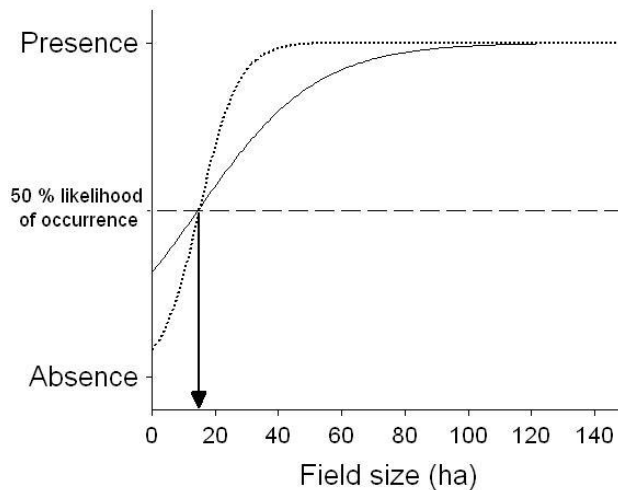


Fig. 3.3: Likelihood of Great Bustard occurrence in winter rape fields in relation to field size, described by logistic regressions calculated separately for the two study areas MS (solid line) and PH (dotted line). The arrow indicates the field size at which the likelihood of Bustard occurrence is 50 %.

Tab. 3.2: Results of GLMMs (with the variable winter as random effect) testing for effects of field size, field isolation and distance from field margin to the next asphalt road on the maximum number of Great Bustards in winter rape fields recorded per year, separately calculated for the three study areas. Significantly effects are indicated in bold.

Study area	Model term	<i>F</i>	<i>P</i>	Coefficient	SE	95% CI	
						Lower	Upper
MS	Field size	354.72	<0.001	0.94	0.05	0.844	1.045
	Field isolation	83.72	<0.001	0.04	0.01	0.035	0.054
	Distance to road	145.43	<0.001	0.05	<0.01	0.038	0.053
PH	Field size	938.34	<0.001	0.61	0.02	0.580	0.660
	Field isolation	2.10	0.150	-0.01	<0.01	-0.010	0.002
	Distance to road	168.04	<0.001	-0.03	<0.01	-0.029	-0.021
WW	Field size	190.04	<0.001	0.65	0.05	0.559	0.745
	Field isolation	420.76	<0.001	0.10	0.01	0.089	0.108
	Distance to road	290.43	<0.001	0.09	0.01	0.075	0.095

3.5. Discussion

Farming activities can be the major determinant of food abundance and availability for wintering birds (Tucker 1992; Gill et al. 1996). As a consequence, farming can affect habitat use of birds and even contribute to an increase of bird populations (Inglis et al. 1997; Guzmán et al. 1999; Gauthier et al. 2005; López-Jamar et al. 2011; Martín et al. 2012). Especially for Great Bustards areas dominated by agricultural land use provide very important feeding habitats. Perhaps the nutritional value of the rape leaves and the fact that rape is less often covered by snow than other food sources like winter cereal sowings (Inglis et al. 1997) makes rape a profitable food resource for Great Bustards during the winter months.

In our study region, the size of winter rape fields appeared to have a significant effect on their importance as feeding habitat for Great Bustards. Both Bustard numbers and the likelihood of occurrence increased with increasing field size. In Pink-footed Geese (*Anser brachyrhynchus*) field size was also shown to be an important predictor variable for field use and even seemed to have a greater effect than the biomass available on particular fields (Gill et al. 1996). Furthermore, fields under 6 ha in size and close to roads were often completely avoided by the geese (Gill et al. 1996). The size of rape fields which attracted Bustards with a likelihood of 50% was remarkably *similar* at MS and at PH. At both study areas the value was approximately 15 ha. This may explain the weak explanatory power of field size for Great Bustard occurrence in individual rape fields at WW, where all rape fields were below a size of 9 ha.

Fully grown Great Bustards do hardly have any natural predators (Glutz von Blotzheim et al. 1994), but are rather sensitive to human disturbance (Sastre et al. 2009). Therefore, they may prefer larger fields because these should provide more potential refuge areas (e.g. parts of the field opposite to a source of disturbance) which can be reached by walking, thereby preventing large-scale flight movements to reach other (perhaps less profitable) feeding habitats. A higher frequency of flight movements can have a severe negative impact on the birds' energy budget, especially in mid- or late winter when hours of daylight are limited, food resources have already been noticeably depleted and regrowth of plants is very low (Riddington et al. 1996). Great Bustards weigh up to 18 kg (Collar 1996) and feed during the winter months mainly on nutrient-poor green plant material (Lane et al. 1999; Rocha et al. 2005), which is difficult to digest (Begon et al. 1990). In such birds flight movements can represent particularly high energy expenditures. In addition wintering Bustards are mostly forag-

ing in flocks and smaller fields may not be attractive enough for a large number of birds. Indeed our data also indicate that the size of Bustard flocks feeding in winter rape fields is increasing with field size.

Sources of disturbance associated with roads or paths like cars, walkers, motorcyclists or cyclists are identified as “high-risk threatening factors” by Great Bustards and usually cause a flight response (Sastre et al. 2009). This may explain the weak positive effect of the minimal distance between field margins and asphalt roads on Great Bustard occurrence (at WW) and recorded maximum numbers (at MS and WW). Surprisingly, a very weak negative effect of the distance between field margin and the nearest asphalt road and the maximum number of counted Bustards was indicated by the GLMM calculated for PH. Weak positive effects of field isolation on occurrence and maximum counts of Bustards were found at WW and MS and WW, respectively. Perhaps, more isolated fields attract Bustards passing accidentally independent of field size.

Providing a sufficient supply of winter oilseed rape for Great Bustards during winter months should have a priority in habitat management of the West-Pannonian Great Bustard population. Unfortunately, in the Austrian part of our study region winter rape fields are less profitable than cultivations of other annual crops. Therefore, the cultivation of winter rape in the near future can just be maintained by providing financial support to the farmers for special winter rape fields in the Bustard areas. Supporting winter grazing areas for Great Bustards by means of the Austrian Rural Development Program has already been realized within a LIFE-Nature project (LIFE05 NAT/A/000077; <http://www.grosstrappe.at>) addressing the conservation of the West-Pannonian Bustard population, and two further projects financed by the local government of Lower Austria and the European Commission (RD project RU5-S-428/001-2005; <http://www.grosstrappe.at>) and the local government of Burgenland (LPF project 5-N-A1025/148-2009; <http://www.grosstrappe.at>). Furthermore, the access to these winter grazing areas should be ensured during the whole winter. Removal of snow, which may become deep and crusty, is an important action to undertake (Nagy 2009), since a snow cover of only 5 cm covers all potential food plants of Great Bustards, which they then have to pull out of the snow using only their bills (Streich et al. 2006).

Our data indicate a clear preference of larger winter rape fields (>15 ha) by Great Bustards. This observation has important implications for habitat management. The

establishment of larger rape fields in traditional winter grazing areas can potentially attract Bustards to a predictable number of focal areas. Here, potential sources of disturbance can be more effectively controlled or reduced during the sensitive winter months, when food is generally limited. Also, rape fields should be established as far as possible from asphalt roads with high disturbance levels causing frequent escape flights, which increase energy expenditure and could additionally increase the risk of collision with man-made structures such as power lines (e.g. Alonso et al. 2005; Pinto et al. 2005). Such collisions can represent the main non-natural mortality cause for adult Great Bustards (Martín et al. 2007; Raab et al. 2012), although Bustards are able to adapt their flight behaviour (Raab et al. 2011). This risk should be reduced by establishing rape fields far from existing power lines to reduce the risk of collision (Nagy 2009).

Winter food of West-Pannonian Great Bustards certainly comprises a larger fraction of oilseed rape. However, the composition of the diet of Great Bustards (Lane et al. 1999; Rocha et al. 2005) and their selection of foraging habitats underlies seasonal changes (Moreira et al. 2004) and varies geographically (Morales et al. 2006). At the same time wintering and breeding areas can spatially overlap to a large extent like in the West-Pannonian Great Bustard population. Therefore, supporting special winter grazing areas for Great Bustards during winter months should not be at cost of other habitats being important at another time of the year, like set-aside land during the breeding season (Rocha et al. 2012). So maintaining a mosaic of different habitat types is essential for satisfying the requirements of Great Bustards in agricultural landscapes throughout the whole year. Furthermore, the behavioural context has to be considered. Different land uses provide more choices for birds not only for feeding but also displaying, resting, preening etc. Therefore, we not only recommend maintaining large winter rape field cover but also other habitats such as fallows, a management measure also important for other farmland birds (Tucker 1992).

3.6. Acknowledgements

We would like to give our special thanks to more than 450 farmers for providing part of their fields to support suitable winter grazing areas for Great Bustards by means of the Austrian Rural Development Program within the LIFE project LIFE05 NAT/A/000077, the RD project RU5-S-428/001-2005 and the LPF project 5-N-A1025/148-2009. For the most part field work took place within the two LIFE Projects

“Crossborder Protection of the Great Bustard in Austria” (LIFE05 NAT/A/000077, www.grosstrappe.at) and “Conservation of *Otis tarda* in Hungary” (LIFE04 NAT/HU/000109, www.tuzok.hu). Most of the analyses were completed within the LIFE+ Project “Crossborder Protection of the Great Bustard in Austria – continuation” (LIFE09 NAT/AT/000225, www.grosstrappe.at). All three LIFE Projects are supported by the EU, many project partners and co-financiers. Without this support the time-consuming work for the conservation of the entire West-Pannonian Great Bustard population during recent years would not have been possible. Finally, we are grateful to Luc Lens, Dan Chamberlain, Kate Ashbrook, Al Dawes, Allan Goddard, Andrew Taylor, Tracé Williams and two anonymous reviewers for providing helpful comments, which significantly improved our manuscript.

3.7. Supporting information

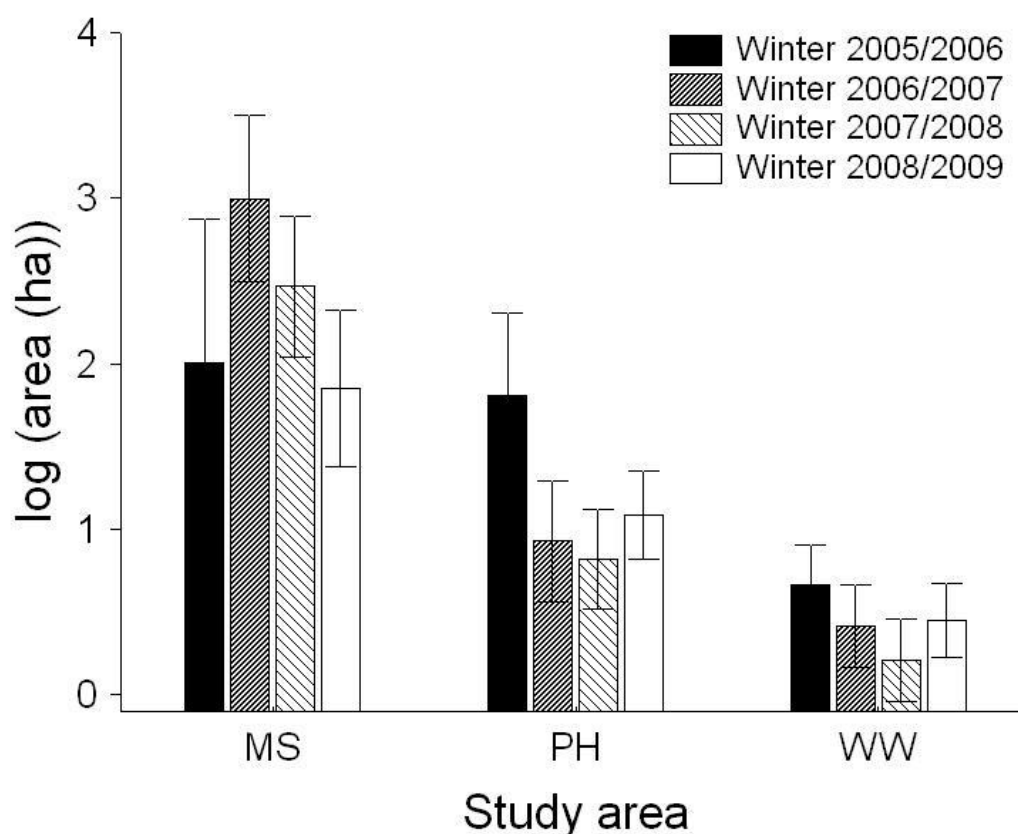


Fig. 3.S.1: Least square means of rape field size ($\pm$ 95% CIs) in different winters at the three study areas (for area codes compare legend to Fig. 3.1). Size of winter rape fields differed significantly (two-way crossed ANOVA) between study areas ($F_2 = 97.45$, $P < 0.001$) and winters ($F_3 = 3.83$, $P = 0.010$).

Chapter 4 - Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population

Rainer Raab^{1*}, Péter Spakovszky^{1,2}, Eike Julius¹, Claudia Schütz¹ & Christian H. Schulze³

In: Bird Conservation International 21: 142-155
--

¹ Technisches Büro für Biologie
Quadenstraße 13
2232 Deutsch-Wagram, Austria

² University of West Hungary
Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology
H-9400 Sopron
Ady E. u. 5.

³ Department of Animal Biodiversity
University of Vienna
Rennweg 14
A-1030 Vienna, Austria

*Author for correspondence; e-mail: rainer.raab@gmx.at

Running title: Effects of power lines on Great Bustards

Own contribution:

Study design 60 %, scientific field work 60 % and writing 40 %

4.1. Summary

Flight directions of Great Bustards *Otis tarda* after take-off were used to analyse effects of power lines on spatial movements of this highly endangered bird species. Data on flight directions came from Great Bustard observations conducted in eastern Austria (northern and eastern parts of Lower Austria, northern part of Burgenland), western Slovakia and western Hungary. Flight directions were determined by a constructed line connecting take-off site and the bird's position after a flown distance of 100 m. Up to a distance of 800 m from the nearest power line, mean flight direction of Great Bustards after take-off deviated significantly from a random distribution. The mean flight direction angles clearly indicate that take-off flight routes point away from power lines at an angle of approximately 180°. Furthermore, flight directions of bustards still deviated from a random distribution in two 200-m distance bands much further away from power lines (> 1,200–1,400 m, > 1,400–1,600 m), possibly suggesting that even at larger distances from power lines flight directions might still be affected by such artificial linear landscape structures. With increasing distance to nearest power lines, mean vector length r values of flight paths decrease significantly, while circular standard deviations S values increase significantly. Very similar results were achieved independently if all data were pooled or analysed separately for individual study areas for which the number of flight observations was large enough to conduct reliable analyses. Our study reports a strong effect of power lines on the flight behaviour of Great Bustards, at least up to a distance of 800 m, perhaps even up to 1,600 m. Although this may significantly reduce the risk of collision with power lines it most likely has severe consequences for the spatial movements of birds within the entire landscape and between potentially suitable breeding and foraging habitats.

4.2. Introduction

Spatial movements of highly mobile vertebrates such as birds are affected by natural and artificial landscape structures or direct anthropogenic disturbance (Burger 1998, Drewitt and Langston 2008). Artificial structures – such as wind farms or power lines – can affect flight behaviour or, in severe cases, increase bird mortality due to deadly collisions (wind turbines: Osborn et al. 1998, PNAWPPM-III 2000; power lines: Bevanger 1995, Bevanger & Brøseth 2004, Drewitt & Langston 2008, Jenkins et al. 2010, Rollan et al. 2010). Wind turbines can have a particularly strong effect on migrating birds when bad weather conditions induce them to fly low, or during take-off

and landing. Collision risk for migrating birds flying low just after take-off and just before landing could be reduced by not placing tall structures near locations where migratory birds concentrate before or during migration (Hanowski & Hawrot 2000). However, migratory birds conducting daily flights from overnight roosts to feeding areas appear to be at a particularly high risk (Hanowski & Hawrot 2000), a situation which should also apply to resident birds.

Although mortality caused by collision with wind turbines can be higher than that caused by any other human-made structures (Barrios & Rodríguez 2004), power lines can also have severe effects (Nelson & Curry 1995, Osborn et al. 1998). For example, the annual losses of Western Capercaillie *Tetrao urogallus*, Black Grouse *Tetrao tetrix* and Willow Grouse *Lagopus lagopus* due to collisions with high voltage power lines in Norway were estimated at 20,000, 26,000 and 50,000 birds, respectively, representing about 90%, 47% and 9% of the annual hunting harvest of these species (Bevanger 1995).

Concerning wind farms, bird mortalities have not been found to be associated with either structural attributes or visibility of these artificial structures (Barrios & Rodríguez 2004). The collision risk of birds with power lines has been shown to depend on their morphology and consequently their flight performance, particularly their manoeuvrability. Principally, species with high wing loading and low aspect run a high risk of colliding with power lines. They are characterised by rapid flight and a combination of heavy body and small wings, which restricts swift reactions to unexpected obstacles (Bevanger 1998). When the number of reported collision victims is considered relative to the abundance and population size of the species concerned, some Galliformes, Gruiformes, Pelecaniformes and Ciconiiformes seem to be affected in disproportionately high numbers (Bevanger 1998). A study on power line collisions in west-central Spain indicated that birds with a high body mass and relatively short wings and tails, described as “poor fliers,” such as Great Bustard and Little Bustard *Tetrax tetrax*, are at greatest risk of collision (Janss 2000).

Collisions with power lines have been frequently reported for Great Bustards (Cramp & Simmons 1980, Cardoso 1985, Janss & Ferrer 1998, 2000, Alonso et al. 2005, Martín et al. 2007). The species is considered globally threatened (Birdlife International 2008) and classified as “Vulnerable” in the IUCN Red List (IUCN 2009). Land privatisation and subsequent land-use change in Eastern Europe, Russia and Central Asia might lead to a rapid population reduction over the next three generations (Bird-

life International 2009), although a recent estimate of the global status of the species indicates that total numbers have not decreased during the last decade, in contrast to the declining trend currently assumed (Palacín & Alonso 2008).

Bevanger (1998) emphasised that an alarmingly large number of species with endangered and vulnerable status are among the victims of reported bird-strikes on power lines, but there are insufficient data at present for judging the significance of this mortality at the population level.

Apart from illegal hunting, collisions with overhead power lines are currently the most significant mortality factor for Great Bustards in several countries (e.g. Martín et al. 2007). In Portugal, a mean annual collision rate of almost 7% (92 individuals) of the national Great Bustard population has been reported (Infante et al. 2005). A study on radio-tagged Great Bustards in Spain documented mortality caused by collision with power lines of 54.5% for birds during the second year of life (Martín et al. 2007).

The present study investigated effects of power lines on the flight behaviour of Great Bustards in eastern Austria, western Hungary and western Slovakia – home to more than 95% of the total West-Pannonian population (Raab 2009, Raab et al. in prep.). Although the West-Pannonian population of the Great Bustard recovered after a serious decline in the last century from about 130 individuals in 1995 to more than 370 birds in 2009 (Raab et al. 2010), power lines still represent a serious threat as demonstrated by 33 deadly incidents due to collisions in the period June 2001-May 2009 (Raab 2009, Raab et al. 2010). In particular, we investigated whether the presence of power lines affects the flight direction at take-off and up to what distance power lines have an impact on flight paths.

4.3. Methods

4.3.1. Study areas

The study was conducted in one Important Bird Area (“Rauchenwarther Platte”) and four Special Protection Areas (SPA “Westliches Weinviertel”, SPA “Sandboden und Praterterrasse”, SPA “Waasen–Hanság” and SPA “Parndorfer Platte–Heideboden” around the Austrian-Hungarian-Slovakian border) in eastern Austria; one area across the Slovakian and Hungarian border (SPA “Sysl’ovské polia” and the northern part of the SPA “Mosoni-sík”), and one in the Hungarian Moson Plain (the southern part of the SPA “Mosoni-sík”) (Fig. 4.1), covering a total area of c.45,000 ha. The study areas are mainly flat or gently undulating agricultural areas dominated by cereal fields

and comprising a varying extent of fallow fields, and are largely free of vertical structures like trees or hedges; a landscape structure preferred by Great Bustards (Collar 1996, Osborne et al. 2001). All study areas are crossed by power lines.

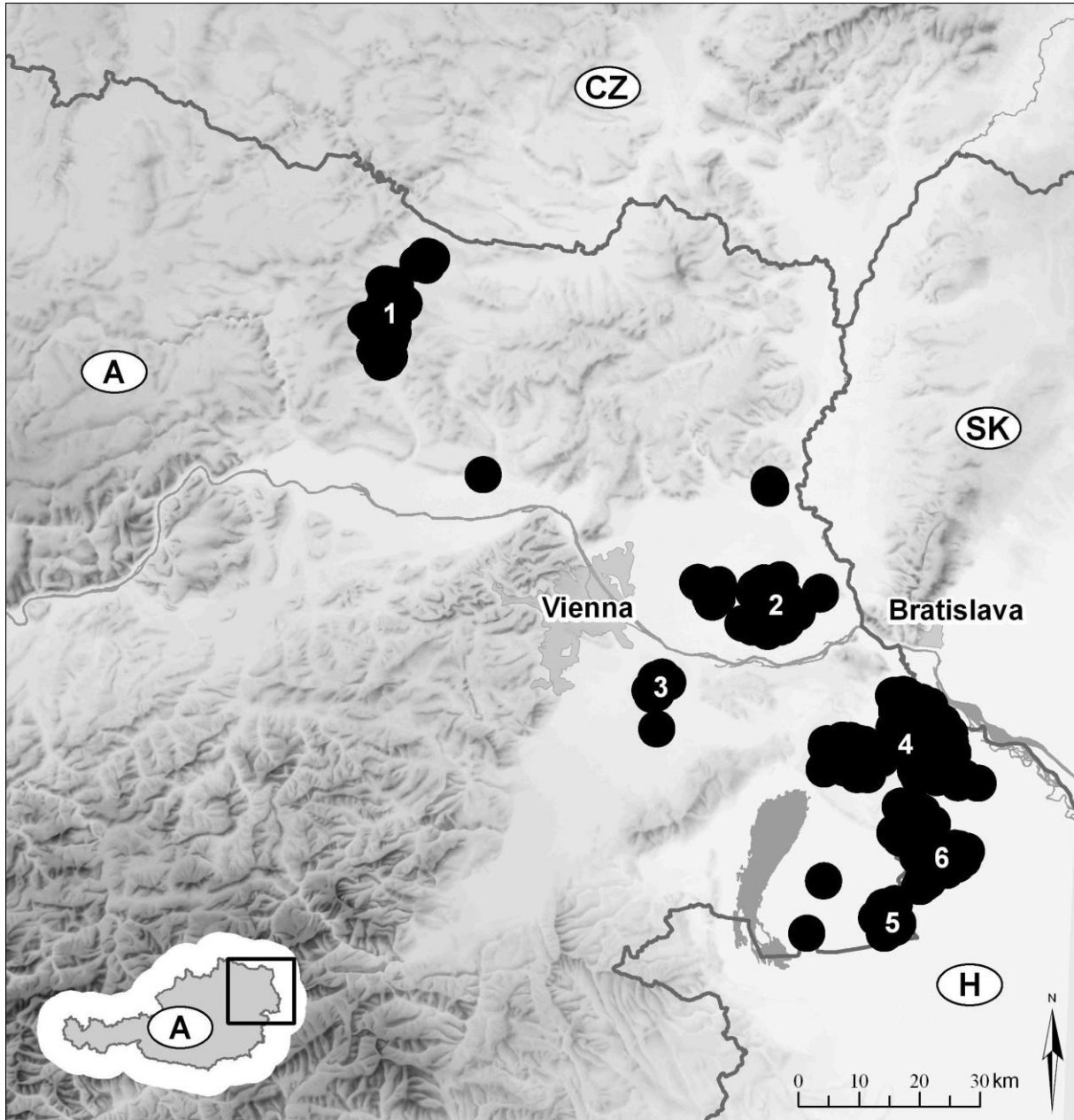


Fig. 4.1: Locations of the West-Pannonian population of Great Bustard in the period from 2002 to 2008 with observed flight movements; locations in and around SPA “Westliches Weinviertel” (1), SPA “Sandboden und Praterterrasse” (2), “Rauchenwarther Platte” (3), SPA “Parndorfer Platte-Heideboden” (in Austria), SPA “Sysl’ovské polia” (in Slovakia) and the northern part of the SPA “Mosoni-sík” (in Hungary) (4), SPA “Waasen-Hanság” (5) the southern part of the SPA “Mosoni-sík” (in Hungary) (6) and additional locations with observations (black circles = 3 km buffer zones around Great Bustard individuals observed during take-off).

4.3.2. Flight directions of Great Bustards after take-off

Observations on the flight behaviour of Great Bustards were made during surveys conducted in the years 2002–2008. Flight movements of Great Bustards after take-off were recorded in the field by drawing on detailed maps (scale 1:12,500). Later, all aerial movements were digitised in a Geographical Information System (software package ArcMap 9.1, ESRI). Flight directions of Great Bustards were taken as the bearing of a straight line drawn from the birds' take-off sites to their position after the first 100 m flown. When more than one individual synchronously took off, the mean flight direction of the flock was considered, which in the vast majority of cases was identical for all birds within the flock, 100 m after take-off. In total, 2,832 such observations were available for analysis (2,604 observations by R. Raab, P. Spakovszky and E. Julius, plus 228 others). The majority of observations are from areas 4 (1,741 observations) and 1 (614). Smaller numbers of observations are available from the other study areas (area 2: 256; area 6: 195; area 5: 16; area 3: 9, between area 1 and 3: 1). The number of observations from individual years increased from 199 in 2002 to 752 in 2008. Observations cover all months of the year ranging from a monthly total of 153 in December to 390 in April. Observed flight movements of Great Bustards and exact locations of all power lines were available as shape files for further data processing with ArcView 3.3.

The following key variables were quantified for all observations: (1) shortest distance between a Great Bustard's take-off site and nearest power line; (2) the angle between flight direction and the perpendicular on the nearest power line, ranging from 0° (bird flies directly towards nearest power line) to 180° (bird flies away from nearest power line).

Landscape elements such as roads and tracks frequently used by cars, agricultural vehicles or walkers may be another source of disturbance causing avoidance by Great Bustards and therefore affecting the birds' flight direction after take-off. Therefore, we additionally digitised roads and tracks with ArcMap 9.1.

4.3.3. Data analysis

To test for effects of the distance between take-off site and nearest power line on flight direction preferences of Great Bustards, we applied circular statistics calculated with the program Oriana version 3.01 (Kovach Computing Services). Observations were grouped according to the distance from the next power line in 200 m belts. For

flight movements of each group of birds, we calculated the mean vector, which has two properties: its direction (the mean angle, μ) and its length r . The length r ranges from 0 to 1; larger r values indicate that observations are clustered more closely around the mean. The circular standard deviations were calculated as $S = (-2 \ln(r))^{1/2}$ and subsequently were converted to degrees by multiplying by $180/\pi$.

Rayleigh's Uniformity Test (Fisher 1993) was used to calculate the probability that flight directions were distributed in a uniform manner. Rayleigh Z values quantify the likelihood of flight directions being uniformly distributed with larger Z values indicating greater concentration of flight directions around the mean. A probability less than a chosen significance level (in this study 0.01) indicates that the flight directions of Great Bustards are not distributed uniformly, and that there is evidence for a preferred direction.

To rule out the possibility that road and tracks as a potential source of disturbance may bias our results, a Spearman rank correlation was applied to test if they are randomly distributed or associated with power lines. Therefore, we related the total length of roads and tracks to the total length of power lines measured for 500 m x 500 m grids using ArcMap 9.1, only considering grids from which Bustard observations were available for analysis. Unfortunately, such data on the length of roads and tracks were only available for four of the larger study areas: "Sandboden und Praterterrasse" (2), "Waasen-Hanság" (5), "Westliches Weinviertel" (1) and "Parndorfer Platte-Heideboden" (including areas in SK and HU)" (4) (Fig. 4.1).

4.4. Results

Considering all observations of flight directions after take-off, the mean flight direction of Great Bustards deviated significantly from a random distribution in all 200-m distance belts up to 800 m from the nearest power line (Fig. 4.2 and Fig. 4.3). The mean flight direction angles (between 170° and 198°) clearly indicate that flight routes after take-off point away from power lines. At larger distances there is increasingly less evidence for a preferred flight direction (Fig. 4.2). However, flight directions of bustards still deviated from a random distribution in two 200 m distance bands much further away from power lines ($> 1,200\text{--}1,400$ m, $> 1,400\text{--}1,600$ m), indicating that even at larger distances flight directions might still be affected by such artificial landscape elements (Fig. 4.2).

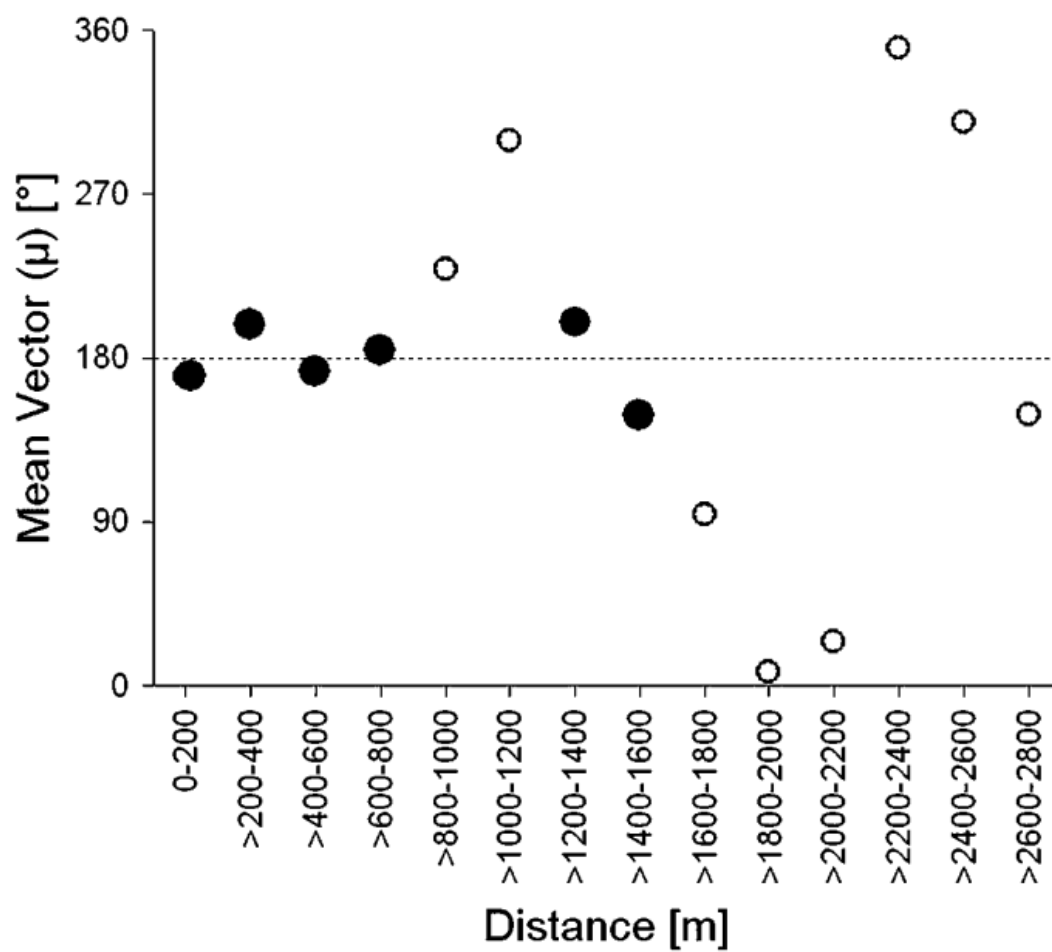


Fig. 4.2: Mean flight directions of Great Bustards after take-off at different distances to power lines. Flight directions described by an angle of 180° point directly away from power lines. Significant deviations from a random distribution of flight directions are indicated by filled circles (at a level of $P < 0.01$; Rayleigh's Uniformity Test).

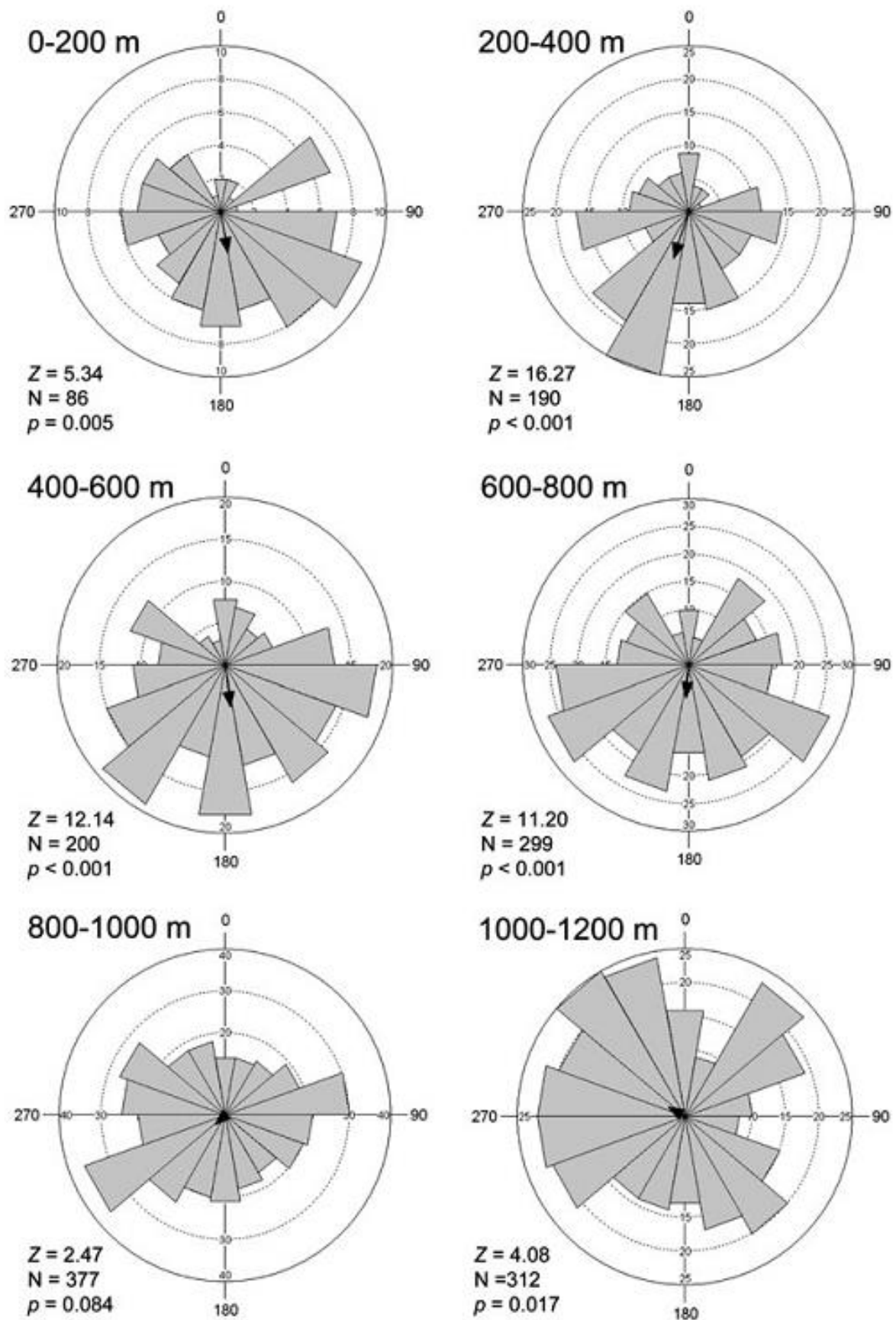


Fig. 4.3: Flight directions of Great Bustards after takeoff in different 200 m distance belts to power lines. Mean flight directions are indicated by arrows. Additionally, results of Rayleigh's Uniformity Tests are provided. n = number of bustard flocks observed.

The decreasing influence of power lines on flight directions of Great Bustards with increasing distance of take-off site from nearest power line is also indicated by mean vector lengths (r) of flight paths and circular standard deviations (S) calculated for all defined 200-m distance belts: With increasing distance to nearest power lines, r values decrease significantly (Fig. 4.4a), while circular standard deviations increase significantly (Fig. 4.4b).

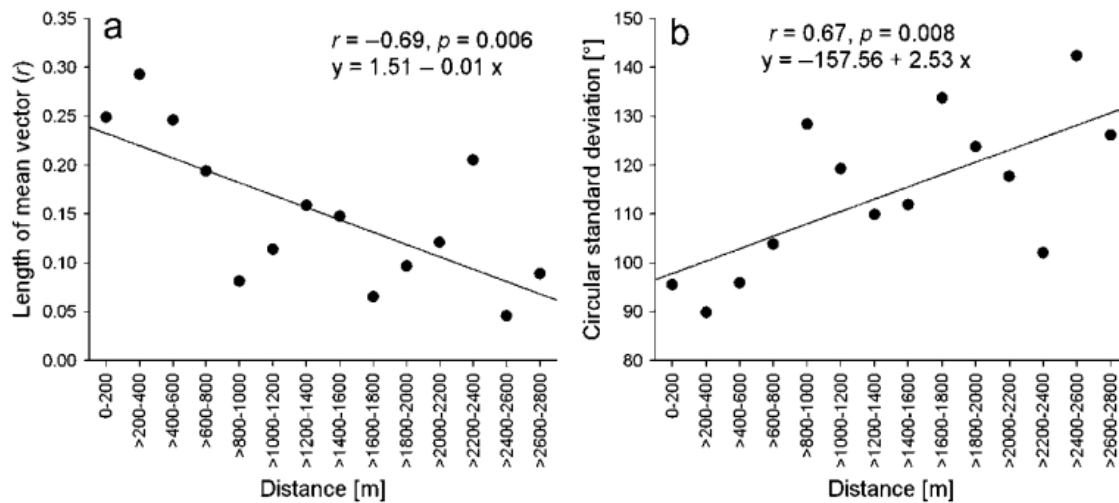


Fig. 4.4: Effects of distance to power lines on length r of mean vectors (a) and circular standard deviations (b) of flight directions of Bustards after takeoff. In addition, results of linear regressions and regression functions are provided.

No relationship between total length of roads and tracks and power line length of 500 m x 500 m grids was found at “Sandboden und Praterterrasse” (Spearman rank correlation; $r_s = -0.06$, $n = 240$ grids, $P = 0.321$) and “Waasen-Hanság” ($r_s = 0.12$, $n = 70$, $P = 0.312$), a weak negative relationship was indicated for “Westliches Weinviertel” ($r_s = -0.17$, $n = 196$, $P = 0.018$) and a strong positive relationship exists in study area “Parndorfer Platte-Heideboden” ($r_s = 0.22$, $n = 514$, $P < 0.001$). Due to these differences in the association of power lines with another potential source of disturbance (roads and tracks) between study areas, all analyses testing for effects of power lines on flight direction were also calculated separately for three of these study areas, for which enough observations on flight directions after take-off were available: “Parndorfer Platte-Heideboden” ($n = 1,741$ observations), “Westliches Weinviertel” ($n = 614$) and “Sandboden und Praterterrasse” ($n = 256$). While for the first study area data on flight directions after take-off were again pooled for 200 m belts, for the

other two, data had to be pooled for 400 m belts to achieve sample sizes large enough for conducting reliable analyses.

The separate analyses of bustard flight directions for these three study areas indicate very similar results independent if a positive association between power lines and roads (study area “Parndorfer Platte–Heideboden”), a weak negative relationship (“Westliches Weinviertel”) or no association (“Sandboden und Praterterrasse”) existed. Mean direction angles of flight routes after take-off point away from power lines at distances up to 800 m, in some cases up to 1200 – 1600 m (Fig. 4.5).

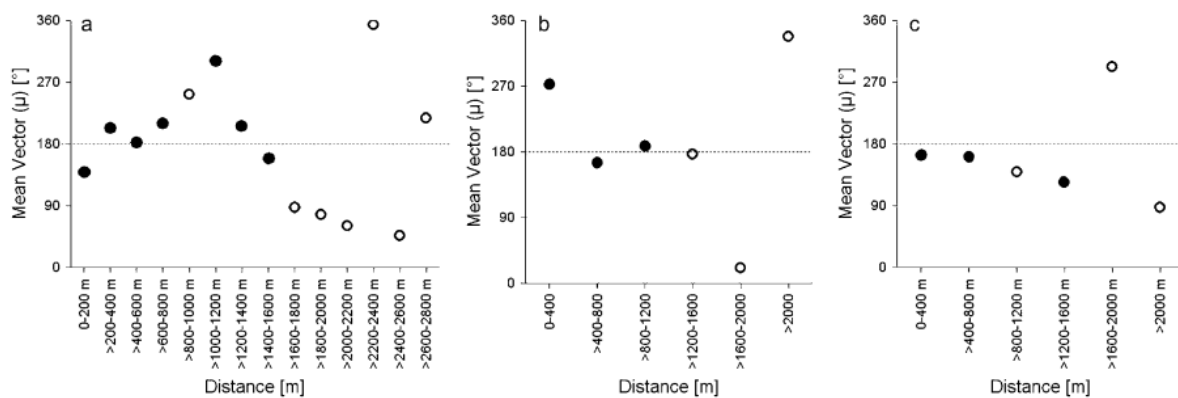


Fig. 4.5: Mean flight directions of Great Bustards after takeoff at different distances to power lines at three different study areas: “Parndorfer Platte–Heideboden” (a), “Westliches Weinviertel” (b) and “Sandboden und Praterterrasse” (c). Flight directions described by an angle of 180° point directly away from power lines. Significant deviations from a random distribution of flight directions are indicated by filled circles (at a level of $P < 0.01$; Rayleigh's Uniformity Test).

Furthermore, mean vector lengths (r) of flight paths decrease with increasing distance to nearest power lines (Fig. 4.6); circular standard deviations increase at all three study areas (Fig. 4.7). However, not all regression analysis achieved a significant level although the respective trends are obvious for all three study areas (compare Fig. 4.6, Fig. 4.7).

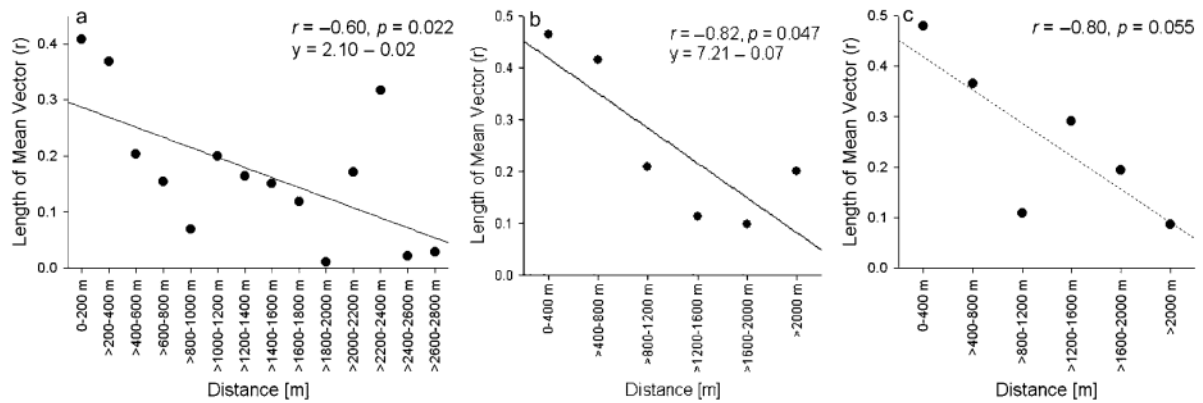


Fig. 4.6: Effects of distance to power lines on length r of mean vectors of flight directions of Bustards after takeoff at three different study areas: “Parndorfer Platte-Heideboden” (a), “Westliches Weinviertel” (b) and “Sandboden und Praterterrasse” (c). In addition, results of linear regressions and regression functions (only for significant regressions) are provided. A trend which did not achieve a significant level is indicated by broken regression lines.

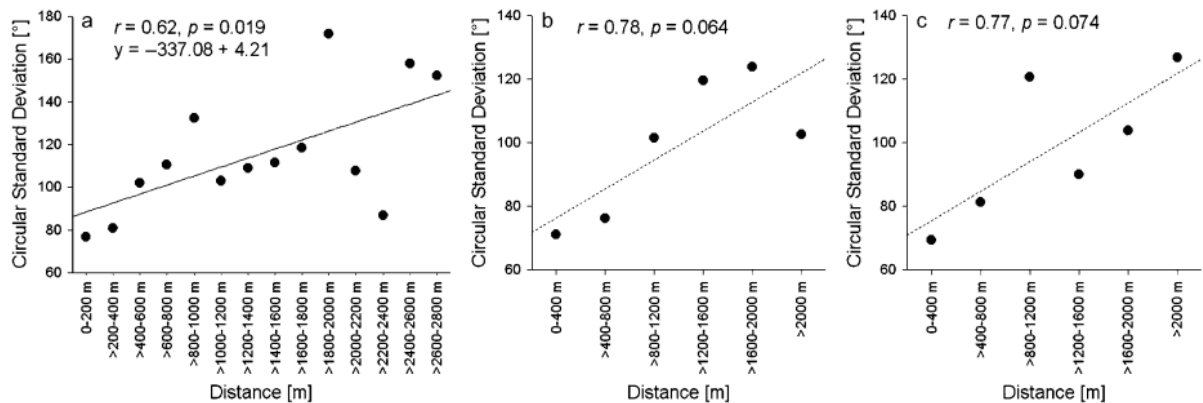


Fig. 4.7: Effects of distance to power lines on circular standard deviations of flight directions of Bustards after takeoff at three different study areas: “Parndorfer Platte-Heideboden” (a), “Westliches Weinviertel” (b) and “Sandboden und Praterterrasse” (c). In addition, results of linear regressions and regression functions (only for significant regressions) are provided. A trend which did not achieve a significant level is indicated by broken regression lines.

4.5. Discussion

Despite the limitations of most studies on bird collisions with artificial structures such as power lines, it is apparent that bird strikes are a significant cause of mortality in larger bird species (Brown & Drewien 1992, Drewitt & Langston 2008), besides electrocution (Rubolini et al. 2001). Both may potentially have severe effects on bird populations (e.g. Crivelli et al. 1988, Rubolini et al. 2001). Several measures such as marking of power lines have been suggested that can successfully reduce the collision and/or electrocution risk of large birds (Brown & Drewien 1995, Bevanger & Brøseth 2001, IEEE Task Force on Reducing Bird Related Power Outages 2004).

However, a study on the collision risk of Great Bustards in Spain did not find a decrease in casualties related to the marking of power lines (Janss & Ferrer 1998).

Birds can reduce the collision risk by adapting their flight behaviour as demonstrated by our study that shows a strong effect of power lines on flight behaviour of Great Bustards. At least up to a distance of 800 m, mean flight directions after take-off pointed away from power lines.

However, our results indicate that these artificial structures affect bustards' flight behaviour even at larger spatial scales up to a distance of 1,600 m. Changes in flight behaviour of larger bird species in response to man-made structures have been documented before (e.g. Shimada 2001).

Large interspecific variations in sensitivity to power lines have been observed with Great Bustards preferring to avoid crossing power lines more frequently than other birds (such as cranes) (Janss & Ferrer 2000). It has been shown as well that soaring birds during migration can detect the presence of wind turbines and change their flight direction when flying in close proximity, which most likely explained the low number of dead birds found in the studied wind farm area (de Lucas et al. 2004). However, the likelihood of collision mortality can differ depending on the location of man-made structures. A greater risk of collision was observed when such artificial structures were placed on or near areas regularly used by large numbers of feeding, breeding, or roosting birds, or on local flight paths, such as those between foraging and nesting or roosting areas (Faanes 1987, Everaert & Stienen 2007).

Our study demonstrates that beside the collision risk, power lines have a high potential to result in habitat loss in a similar way to wind turbines which can reduce the habitat for foraging and breeding waterfowl (Osborn et al. 1998, Larsen & Madsen 2000, Guillemette & Larsen 2002).

Our finding has important implications for the conservation of the relatively small populations of Great Bustards at the western margin of the Pannonian distribution range of the species. Such small marginal populations are particularly at risk of local extinction as documented for Spanish Great Bustards (Alonso & Alonso 1996, Lane & Alonso 2001). Although the adaptation of flight routes after take-off in response to nearby power lines may reduce the risk of collision, such man-made structures most likely have severe consequences for the spatial movements of Great Bustards within the entire landscape and particularly between potentially suitable breeding and foraging habitats. Furthermore, there are likely significant effects on the time and energy

budget of birds moving between different locations to visit feeding, breeding and, in the case of the Great Bustard, courtship sites. Therefore spatial movements of bustard populations have to be carefully monitored and considered when planning new power lines around or between breeding and wintering grounds of this highly endangered species. Marking is a compromise to reduce the collision risk, but marked power lines influence flight directions more strongly than unmarked power lines (Alonso et al. 1994). We therefore recommend “undergrounding” of cables instead of marking power lines, because this should eliminate every negative effect of the power line on birds.

4.6. Acknowledgements

We would like to give our special thanks to more than 700 people involved in conservation projects for the West-Pannonian Great Bustard population. The three LIFE Projects “Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria” (LIFE05 NAT/A/000077), www.grosstrappe.at; “Conservation of *Otis tarda* in Hungary” (LIFE04 NAT/HU/000109), www.tuzok.hu; “Conservation of *Otis tarda* in Slovakia” (LIFE05 NAT/SK/000115), www.dropy.sk, are supported by the EU, many project partners and co-financiers. Additional EU co-financed projects are supported by the Austrian Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water management (BMLFUW), the regional governments of Lower Austria and Burgenland. Without this support the time-intensive work for the conservation of the entire West-Pannonian Great Bustard population during recent years would not have been possible. We are grateful to Björn Beckmann for proofreading a first draft of the manuscript. Rainer Raab would like to extend his special thanks to his PhD supervisor Hans Winkler. We also like to thank Olivier Combreau for helpful comments which significantly improved the manuscript.

Chapter 5 - Underground cabling and marking of power lines: conservation measures rapidly reducing mortality of West-Pannonian Great Bustards *Otis tarda*

Rainer Raab^{1*}, Claudia Schütz¹, Péter Spakovszky^{1,2}, Eike Julius¹ & Christian H. Schulze³

In: Bird Conservation International 22: 299-306

¹ Technisches Büro für Biologie
Quadenstraße 13
2232 Deutsch-Wagram, Austria

² University of West Hungary
Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology
H- 9400 Sopron
Ady E. u. 5
Hungary

³ Department of Animal Biodiversity
University of Vienna
Rennweg 14
A-1030 Vienna, Austria

*Author for correspondence; e-mail: rainer.raab@gmx.at

Running head: Conservation measures against power line collisions of Great Bustards

Keywords: Austria, earth cabling, Hungary, mortality rate, power line collision, power line marker

Own contribution:

Study design 60 %, scientific field work 80 % and writing 40 %

5.1. Summary

Collisions with power lines represent an important mortality factor for Great Bustards *Otis tarda* throughout the species' distribution range. This study evaluates the success of two conservation measures implemented in the species' West-Pannonian distribution range to reduce the number of power line collision casualties, (1) extensive underground cabling of 43.1 km power lines and (2) marking of 89.7 km power lines starting in 2005 and 2006, respectively. The species' mortality rate in our study area (covering 686.5 km²) decreased significantly between 2002 and 2011, predominately caused by a reduced mortality due to power line collisions. Univariate tests indicate that underground cabling and power line marking significantly decreased power line collision casualties. Generalized linear models (GLMs) were calculated to test for effects of the two conservation measures on annual power line collisions. The GLM only including underground cabling performed best, hence, highlighting the prominent effect of earth cabling. Our results indicate that already five years after underground cabling and marking of power lines within core areas of the West-Pannonian distribution range of the Great Bustard, the population benefited through a significantly decreased mortality rate. Both conservation measures most likely contributed strongly to the rapid recovery of the West-Pannonian Great Bustard population observed within the last decade.

5.2. Introduction

The Great Bustard *Otis tarda* is a globally threatened bird species classified as "Vulnerable" by the IUCN (2010). Its West-Pannonian population declined significantly during the second half of the last century but increased again from 130 birds in 1995 to 376 individuals in the winter 2008/2009 due to various implemented conservation measures (Raab et al. 2010). However, some remaining threats still cause a substantial mortality of Great Bustards. Particularly, power line collisions still occurred quite frequently during the last decade and were responsible for 41% of all West-Pannonian bustards found dead (own data, unpublished).

Man-made structures such as tall masts for television and mobile phone, wind turbines or power lines can cause harm to birds in many ways: habitat loss due to disturbance, disruption of local (or migratory) movements or - even more severe - injury and death through collisions (Ballasus & Sossinka 1996, Barrios & Rodríguez 2004, Bevanger & Brøseth 2004, Haas et al. 2006, Newton 2007, Drewitt & Langston

2008). Mortality due to collisions with power lines involve a broad range of bird species (Janss 2000, Bevanger & Brøseth 2004, Frost 2008), but there is some evidence that it can be a severe problem especially for large species considered as “poor flyers”. Having small and broad wings combined with high wing load makes rapid reactions to unexpected obstacles difficult for them (Bevanger 1995, 1998, Janss 2000). Therefore bustards are among the commonly recorded collision victims (Janss 2000, Reiter 2000a, Lane et al. 2001, Alonso et al. 2005, Martín et al. 2007).

To mitigate the high collision risk for these species, enhancing the contrast of wires against the background by using power line markers or avian flight diverter (Alonso et al. 1994, Brown & Drewien 1995, De La Zerda & Rosselli 2003, Frost 2008, Yee 2008) and underground cabling (Drewitt & Langston 2008) were recommended as conservation measures.

Power line collisions represent a major mortality factor for Great Bustards *Otis tarda*, although they are able to adapt their flight behaviour (Raab et al. 2011). In the framework of the LIFE project LIFE05 NAT/A/000077 for protecting the West-Pannonian population of the Great Bustard (www.grosstrappe.at) two conservation measures were implemented to decrease the risk of collision with power lines: (1) extensive underground cabling (starting in 2005) and (2) marking of power lines (starting in 2006). Here, we present a first evaluation if and to what extent underground cabling and the marking of power lines decreased collision casualties of West-Pannonian Great Bustards.

5.3. Methods

5.3.1. Study area

The study area of 686.5 km² covered most of the current distribution area of the West-Pannonian Great Bustard population in Eastern Austria and Western Hungary (Fig. 5.1). A more detailed description of the area is provided in Raab et al. (2010) and Raab et al. (2011).

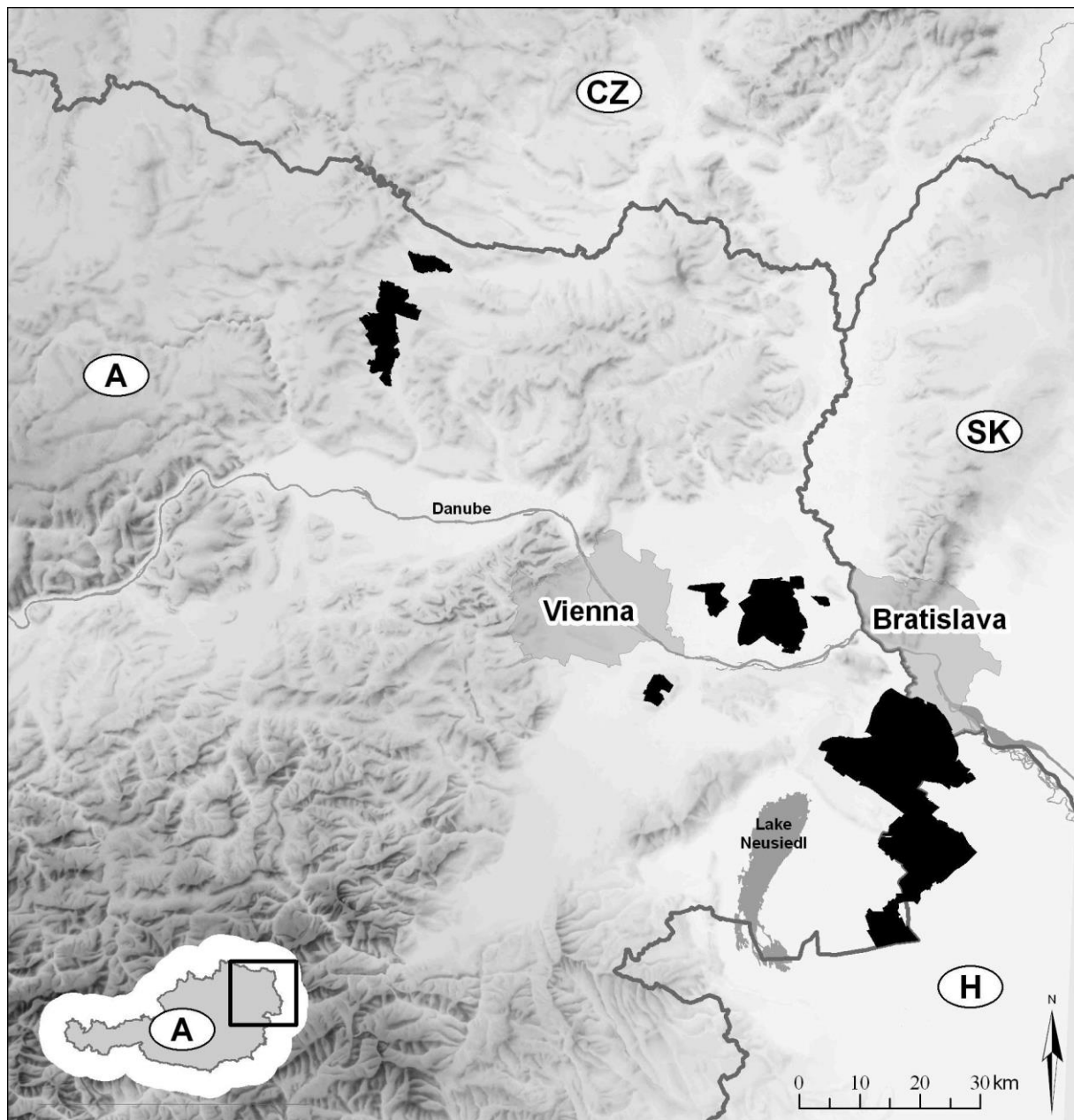


Fig. 5.1: Parts of the West-Pannonian distribution area (marked black) of the Great Bustard considered in this study.

5.3.2. Underground cabling and marking of power lines

To decrease collision risk of Great Bustards, in Eastern Austria high-voltage power lines were equipped with different markers within the LIFE project LIFE05 NAT/A/000077 (www.grosstrappe.at). To enhance visibility 380 kV power lines, the earth wire was marked with double black and white aviation marker balls (30 cm diameter; one marker per 25-30 m), the conductors were marked with 30 x 30 cm marker plates (one per 40-50 m) fixed between the duplex conductors, alternating between black and white in colour (Fig. 5.2a). Double black and white aviation mark-

er balls were also used for 220 kV power lines (one marker per 30-35 m earth wire and conductor; Fig. 5.2b); 110 kV power lines were marked with 40 x 10 cm marker plates (alternating in colour between black and white; one marker per 15 m earth wire and per 30-90 m conductor; Fig. 5.2c).

In Western Hungary the earth wires as well as the conductors of high- and medium voltage power lines were marked within the Hungarian LIFE project LIFE04 NAT/HU/000109 (www.tuzok.hu) with bird flight diverters, which can reflect light under low light conditions. Two different types of bird flight diverters were used: a rectangular one (9 x 15 cm, one marker per 17 to 100 m), which spin already in light wind (Fig. 5.2d) and a circular one (13 cm diameter, one marker per 17 to 100 m), which fluoresce up to ten hours after sunset (Fig. 5.2e).

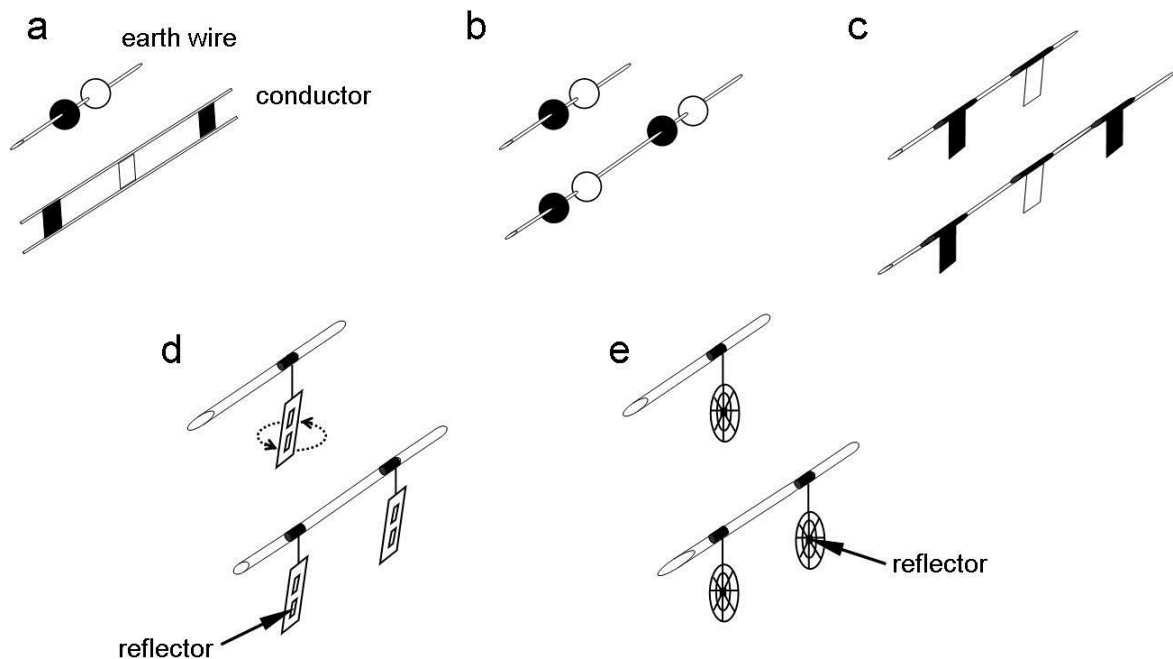


Fig. 5.2: Design of wire markers at 380 kV (a), 220 kV (b) and 110 kV (c) high voltage power lines in Eastern Austria and design of rectangular (d) and circular (e) bird flight diverters used at high- and medium voltage power lines in Western Hungary, attached to the earth wire and conductor, respectively.

For all areas marked in Fig. 5.1 high-voltage and medium-voltage power lines were digitised using the software package (ArcMap 9.1, ESRI) and total power line length was measured annually. Due to the small sample size, we could not differentiate between different marker types in our analyses, but only classified power lines as marked and unmarked. At the beginning of this study in 2002 a total of 10.6 km high-voltage power lines were equipped with markers. Between 2005 and 2011 further 89.7 km (86.7 km high-voltage, 3.0 km medium-voltage power line) were marked.

Additionally, until 2011 underground cabling was realized for a total of 43.1 km medium-voltage power line decreasing the total power line length in our study area from 356.5 km (249.2 km medium-voltage and 107.3 km high-voltage power line) in 2002 to 313.4 km in 2011.

5.3.3. Data collection

Although data on mortality casualties of West-Pannonian Great Bustards and their reasons were collected and documented as detailed as possible since 1996, we only considered data collected systematically since 2002, when intensive activities to protect the West-Pannonian population of the Great Bustard started in the framework of Rural Development Programs in Lower Austria (since 2002: LE) and Burgenland (2002-2006: INTERREG; 2007-2010: LPF), and the LIFE projects LIFE04 NAT/HU/000109 (2004-2008; www.tuzok.hu), LIFE05 NAT/A/000077 (2005-2010), and LIFE09 NAT/AT/000225 (since 2010; www.grosstrappe.at). Due to the increasing awareness among hunters and farmers bustards found dead in the field were most likely reported with a much higher likelihood than before 2002.

5.3.4. Data analyses

Annual mortality rate of the Great Bustard population in our study area was defined as the number of individuals, which were found dead in the respective year, divided by the total number of bustards present in the study area between April and May (Raab et al. 2010). We did not consider young bustards found dead, which were still unable to fly. To calculate the annual mortality due to power line collisions we considered only power line collision casualties. One year was not defined as calendar year but as the period from 1 June until 31 May of the following year.

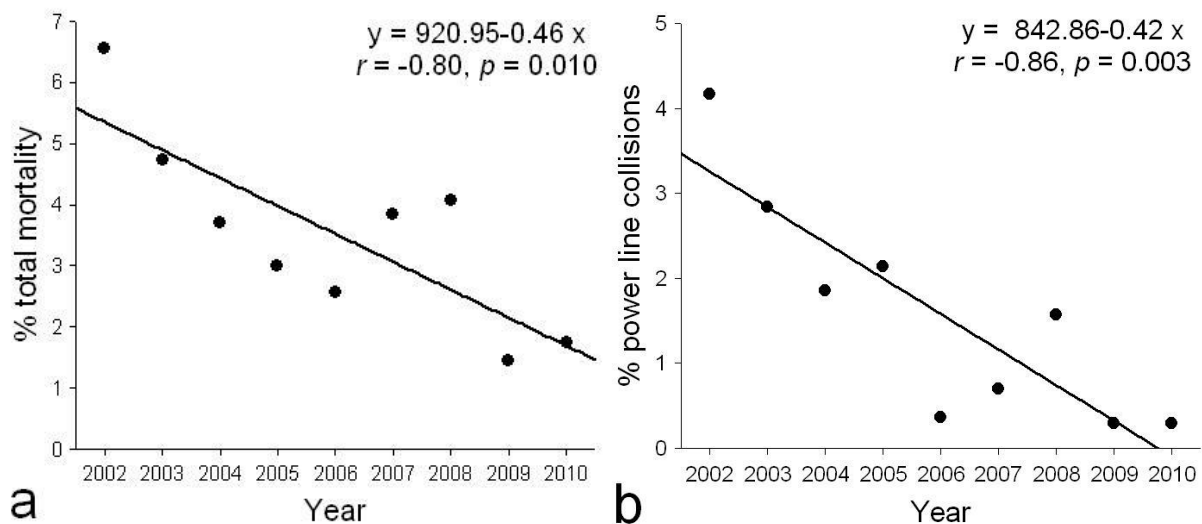
Linear regression analyses were calculated to test if (1) total annual mortality rate, (2) annual mortality caused by power line collisions and (3) annual mortality caused by other reasons changed from 2002 to 2011. Spearman rank correlations were used to test for effects of underground cabling (quantified as underground power line length) and length of marked power lines in the respective years on the annual mortality rate only considering power line collision victims. Additionally, a paired Wilcoxon test was calculated to test for differences in the mean number of bustards colliding per km power line with marked and unmarked power lines per year. Finally, we calculated GLMs (with normal error distribution and log-link function) testing for effects on annu-

al mortality rate due to power line collisions including the variables annual length of underground cables and annual length of marked power lines and both variables separately. The three models were ranked according to their corrected Akaike information criterion (AIC_c) values.

5.4. Results

Between 1 June 2002 and 31 May 2011 a total of 78 dead individuals were reported, of which 41.0% (32 birds) refer to Great Bustards which collided with power lines. Mean annual mortality rate ($\pm$ SD) between 2002 and 2010 was 3.5 ($\pm$ 1.6) %, mean annual collision rate was 1.6 ($\pm$ 1.3) %. Annual mortality rate declined from 2002 to 2011 (Fig. 5.3a). The significant decline of the total mortality rate is mainly due to a strongly decreasing percentage of bustards which collided with power lines between 2002 and 2011 (Fig. 5.3b), while the percentage of birds which died due to other reasons remained rather similar over the study period (Fig. 5.3c).

Annual mortality rate due to power line collisions declined significantly with increasing length of underground power lines (Spearman rank correlation: $r_s = -0.84$, $p = 0.005$) and with increasing length of marked power lines ($r_s = -0.76$, $p = 0.017$). The number of bustards colliding with power lines was significantly lower at marked than at unmarked power line sections (paired Wilcoxon test: $Z = 2.07$, $p = 0.038$; Fig. 5.4).



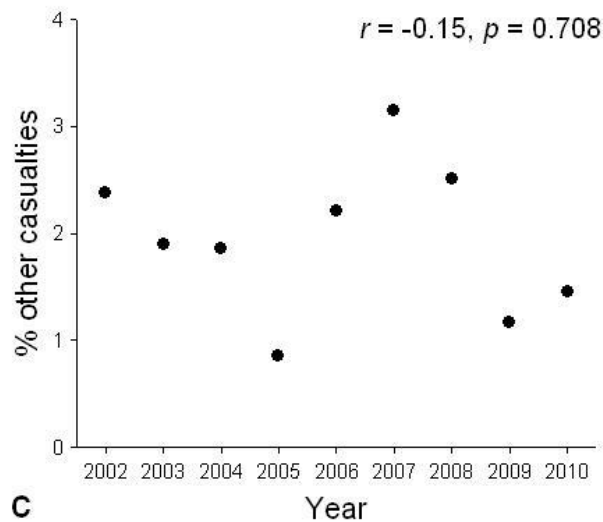


Fig. 5.3: Change of (a) total mortality rate, (b) mortality caused by power line collisions and (c) other casualties of West-Pannonian bustards between 2002 and 2011.

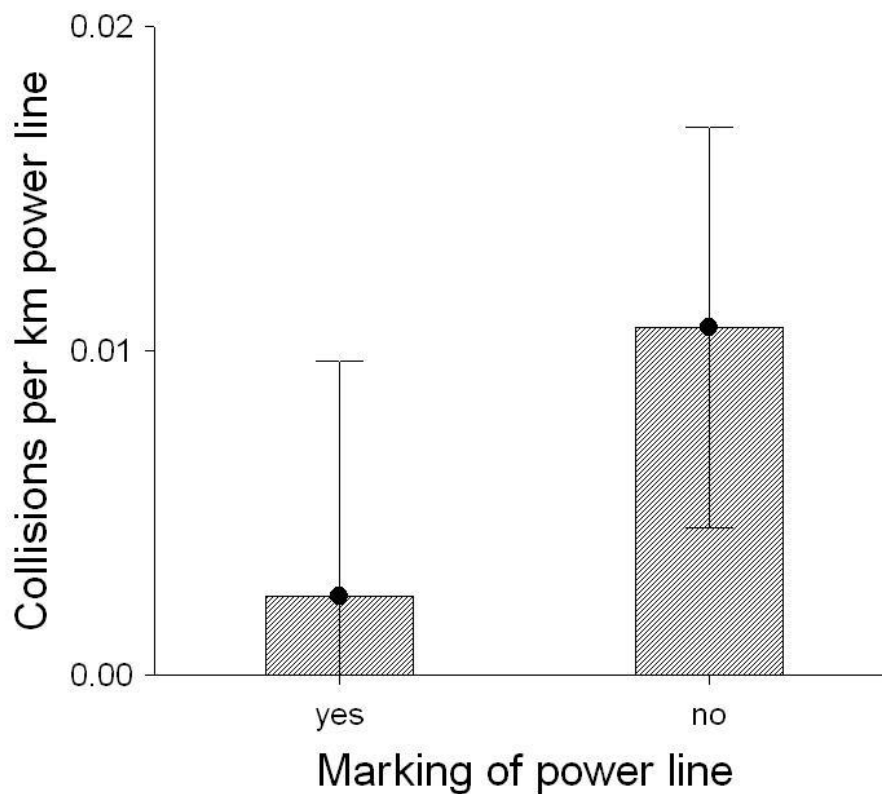


Fig. 5.4: Difference of mean annual number of bustard collisions ($\pm$ SD) per km marked and unmarked power lines ($n = 9$ years).

The prominent effect of underground cabling measures on Bustard mortality caused by power line collisions is also indicated by the model selection. The GLM only including the variable underground cabling achieved the lowest AICc value (26.21) and

a much higher AICc weight (0.743) than models containing both variables ($AIC_c = 29.43$, AIC_c weight = 0.148) or only the variable power line marking ($AIC_c = 30.06$, AIC_c weight = 0.108).

5.5. Discussion

Although Great Bustards tend to avoid areas near power lines when selecting suitable habitats (Lane et al. 2001) and are able to adapt their flight behaviour (Raab et al. 2011), collisions with overhead power lines still represented an important mortality factor in our study area during the last decades (Faragó 1981, Reiter 2000, own data unpublished). The mean annual collision rate of 1.6% documented by our study for the time period 2002-2011 is similar to the collision rate of 2.2% recorded for the national population of Portugal (Infante et al. 2005). A particularly high collision risk was documented in Spain for marked young birds in its second year of life (Martín et al. 2007).

Our results clearly indicate that already after a couple of years since the first underground cabling and power line marking measures were implemented, the mortality rate declined significantly. Although power line marking appeared to reduce the collision risk, earth cabling explained most of the reduced mortality after implementing these two conservation measures. The effect of the latter was so prominent that in our modeling approach the GLM only containing the variable underground cabling performed best of all models. Although the general importance of power line marking as conservation measure to reduce the collision risk should not be underestimated (e.g. Alonso et al. 1994), its efficacy vary with the species involved and can be particularly low for birds such as bustards (Jenkins et al. 2010). Furthermore, the effectiveness of marking also depends on the design of used markers (Jenkins et al. 2010), which was also reported for Great Bustards (Janss & Ferrer 1998). Unfortunately, our data set is too small to allow for more detailed analyses quantifying effects of marker design on collision risk of Great Bustards in our study area. However, even when power line marking will be optimized there will always be a remaining collision risk. Particularly birds such as bustards with a narrow frontal visual field can render blind in the flight direction while scanning below them for conspecifics, or foraging or roosting habitats (Martin & Shaw 2010).

The conservation measures implemented to reduce collision victims in our study area most likely contributed to the continuous increase of the West-Pannonian population

of the Great Bustard (Raab et al. 2010). Indeed, the relatively small number of bustards found to be collided with power lines, might only give a rather incomplete figure. Most likely the mortality caused by power line collision is much higher than suggested by the casualties discovered in the field. However, it is unlikely that the completeness of annually reported casualties changed during the period of our study. Therefore, the declining mortality of power line victims should reflect a real decline in the risk of power line collisions. Beside a reduced collision risk, underground cabling may additionally have been contributed to providing access to potentially suitable habitats for Great Bustards. When situated in the vicinity to power lines, bustards tend to avoid otherwise suitable habitat (Lane et al. 2001).

The two conservation measures, power line marking and earth cabling, were implemented in the most important Great Bustard habitats and at highly frequented flight routes, identified on our best knowledge. Our results demonstrate that these measures successfully decreased the mortality rate of the West-Pannonian Bustard population within a short time period in the study area. The extensive underground cabling of 43.1 km medium-voltage power lines since 2005 and the marking of 86.6 km high-voltage power lines since 2006 were realized at costs of 3.02 Mio and 1.01 Mio €, respectively. The average costs of underground cabling of medium-voltage power lines and marking of high-voltage power lines were 70,000 € (min.-max.: 50,000-100,000 €) and 11,700 € (min.-max.: 9,200-16,700 €) per km power line. Unfortunately, the underground cabling of high-voltage power lines appears to be not practicable due to its tremendously high costs of more than 0.7-1.0 Mio € per km power line and technical difficulties. Therefore, we recommend underground cabling of medium-voltage power lines as one priority conservation measure in Great Bustard areas, while high-voltage power lines at least should be equipped with markers. Not only bustards but also other larger bird species will significantly profit from these conservation measures.

5.6. Acknowledgements

This paper is a result of data collected in the framework of the LIFE Projects “Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria“ (LIFE05 NAT/A/000077, LIFE09 NAT/AT/000225; www.grosstrappe.at) and “Conservation of *Otis tarda* in Hungary“ (LIFE04 NAT/HU/000109; www.tuzok.hu). These projects were supported by the EU, many project partners and co-financiers. Additional EU co-financed projects (INTER-

REG-III: HUBP5M2_0015; LPF: 5-N-A1025/148-2009 and LE: RU5-LE-040/000, RU5-LE-152/000 and RU5-S-428/001-2005) were supported by the Austrian Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water management (BMLFUW) and the regional governments of Lower Austria and Burgenland. We are grateful to more than 700 people involved in conservation projects for the West-Pannonian Great Bustard population and reported the majority of Great Bustard casualties found in the field.

Chapter 6 - Synopsis

The population of the Great Bustard (*Otis tarda*), one of the heaviest flying birds and a species that requires large areas of habitat, has declined markedly in Central Europe over much of the 20th century. Important West-Pannonian subpopulations of the Great Bustard can be found to this day between the two capital cities Vienna and Bratislava. These populations will continue to be threatened by habitat changes over the coming years. It is only with the involvement of farmers, hunters and regional politicians that the Great Bustard species conservation project can succeed in creating suitable nesting sites and guarding these against disturbance. Ensuring the future survival of the globally threatened Great Bustard in Central Europe including Austria - that is the aim of extensive conservation projects currently being implemented in several European countries with financial support from the European Union. The main aim of this doctoral thesis is to work out new foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard population, based on the requirements of and threats to the species, as well as on existing experiences with conservation measures, and the results should be applicable not only in Austria, but also in adjacent areas of Slovakia, the Czech Republic and Hungary.

Within the last years we found out a lot about the population development of the West-Pannonian Great Bustard population (Raab et al. 2010, Chapter 2), about the use of winter oilseed rape fields as foraging habitat during winter (Raab et al. under review, Chapter 3), about the flight behaviour characteristics depending on the presence of power lines (Raab et al. 2011, Chapter 4) and about the efficiency of the implemented conservation measures underground cabling and marking of power lines to reduce the mortality of West-Pannonian Great Bustards (Raab et al. 2012, Chapter 5).

The foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population are only a basis. A lot of work is still to be done in future to ensure the future survival of the West-Pannonian Great Bustard population.

Considering the current rate of habitat loss for the West-Pannonian Great Bustard population it is of major importance to identify suitable areas including those that are currently not occupied. Within the next years habitat models based on GIS tools should allow quantification of environmental variables at the landscape scale for the West-Pannonian Great Bustard population. A better understanding of habitat selec-

tion of the West-Pannonian Great Bustard population has an important role in habitat management and prioritisation of areas for protection. Therefore we should investigate and evaluate in detail the role of disturbance (by humans, eagles, ...), predation and the management of the habitat (influence of different crops on the spatial distribution of displaying males, breeding females, ...) for the Great Bustard.

References

- Alonso J. A., C. A. Martín, J. C. Alonso, M. B. Morales & S. J. Lane (2001)** : Seasonal movements of male Great Bustards in Central Spain. *J. Field Ornithol.* 72: 504–508.
- Alonso J. C. & J. A. Alonso (1996)**: The Great Bustard *Otis tarda* in Spain: present status, recent trends and an evaluation of earlier censuses. *Biol. Conserv.* 77: 79–86.
- Alonso J. C., J. A. Alonso & R. Muñoz-Pulido (1994)**: Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. *Biol. Conserv.* 67: 129–134.
- Alonso J. C., J. M. Álvarez-Martínez & C. Palacín (2012)**: Leks in ground-displaying birds: hotspots or safe places? *Behav. Ecol.* 23: 491–501.
- Alonso J. C., C. A. Martín, J. A. Alonso, C. Palacín, M. Magaña & S. J. Lane (2004)**: Distribution dynamics of a Great Bustard metapopulation throughout a decade: influence of conspecific attraction and recruitment. *Biodiv. Conserv.* 13: 1659–1674.
- Alonso J. C., E. Martín, J. A. Alonso & M. B. Morales (1998)**: Proximate and ultimate causes of natal dispersal in the Great Bustard *Otis tarda*. *Behav. Ecol.* 9: 243–252.
- Alonso J. C., C. A. Martín, C. Palacín, B. Martín & M. Magaña (2005)**: The Great Bustard *Otis tarda* in Andalusia, southern Spain: status, distribution and trends. *Ardeola* 52: 67–78.
- Alonso J. C. & C. Palacín (2010)**: The world status and population trends of the Great Bustard (*Otis tarda*): 2010 update. *Chinese Birds* 1: 141–147.
- Alonso J. C., M. B. Morales & J. A. Alonso (2000)**: Partial migration, and lek and nesting area fidelity in female Great Bustards. *Condor* 102: 127–136.
- Alonso J. C., C. Palacín & C. A. Martín (2003)**: Status and recent trends of the Great Bustard (*Otis tarda*) population in the Iberian peninsula. *Biol. Conserv.* 110: 185–195.
- Amon R. (1931)**: Die Tierwelt Niederösterreichs. Geographische Verbreitung. I. Folge. C. Reichert, Wien. 40 Karten.
- Antonchikov A. (1996)**: Die Großtrappenpopulation in Saratov – Probleme des Schutzes und der Erfassung der Tiere. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 1/2: 21–23.

- Ballasus H. & R. Sossinka (1996):** The impact of power lines on field selection and grazing intensity of wintering White-fronted- and Bean Geese *Anser albifrons*, *A. fabalis*. J. Ornithol. 138: 215–228.
- Bankovics A. (2005):** A general overview of the threats of Hungarian Great Bustards (*Otis tarda*). Aquila 112: 135–142.
- Barrios L. & A. Rodríguez (2004):** Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. J. Appl. Ecol. 41: 72–81.
- Beauchamp G., M. Belisle & L.-A. Giraldeau (1997):** Influence of conspecific attraction on the spatial distribution of learning foragers in a patchy habitat. J. Anim. Ecol. 66: 671–682.
- Begon M., J. L. Harper & C. R. Townsend (1990):** Ecology – Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications, Cambridge.
- Bevanger K. (1995):** Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. J. Appl. Ecol. 32: 745–753.
- Bevanger K. (1998):** Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biol. Conserv. 86: 67–76.
- Bevanger K. & H. Brøseth (2001):** Bird collisions with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). Biol. Conserv. 99: 341–346.
- Bevanger K. & H. Brøseth (2004):** Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. Anim. Biodiv. Conserv. 27: 67–77.
- Bezzl E. (1985):** Kompendium der Vögel Mitteleuropas: Nonpasseriformes – Nichtsingvögel. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- BirdLife International (2000):** Threatened birds of the world. Lynx Edition & BirdLife International. Cambridge, U.K.
- BirdLife International (2004a):** Birds in the European Union: a status assessment. BirdLife International. Wageningen, the Netherlands.
- BirdLife International (2004b):** Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status. BirdLife International. Cambridge, U.K.
- BirdLife International (2008):** Threatened birds of the world 2008: CD-Rom. BirdLife International. Cambridge, U.K.
- Birdlife International (2009):** Species fact-sheet: *Otis tarda*. <http://www.birdlife.org> [Accessed: 12.06.2009].
- Birdlife International (2012):** *Otis tarda*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <http://www.iucnredlist.org> [Accessed: 17.06.2013].
- Bolker B. M., M. E. Brooks, C. J. Clark, S. W. Geange, J. R. Poulsen, M. H. H. Stevens & J.-S. S. White (2009):** Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. Trends Ecol Evol 24: 127–135.

- Bravo C., C. Ponce, C. Palacín & J. C. Alonso (2012):** Diet of young Great Bustards *Otis tarda* in Spain: sexual and seasonal differences. *Bird Study* 59: 243–251.
- Brown W. M. & R. C. Drewien (1992):** Marking power lines to reduce avian collision mortality in the San Luis Valley, Colorado. *Proc. North Am. Crane Work-shop* 6: 177.
- Brown W. M. & R. C. Drewien (1995):** Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Soc. Bull.* 23: 217–227.
- Buckingham D. L., A. D. Evans, A. J. Morris, C. J. Orsman & R. Yaxley (1999):** Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. *Bird Study* 46: 157–169.
- Burger J. (1998):** Effects of motorboats and personal watercraft on flight behavior over a colony of common terns. *Condor* 100: 528–534.
- Burnham K. P. & D. R. Anderson (2002):** Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. Second edition. Springer, New York.
- Burnside R.J., Z. Végvári, R. James, S. Konyhás, G. Kovács & T. Székely (2013):** Human disturbance and conspecific influence display site selection by Great Bustard *Otis tarda*. *Bird Conservation International*, doi: 10.1017/S0959270913000142.
- Cardoso J. J. V. (1985):** A project to halt the decline of the great bustard on the Extremadura plains. *Bustard Studies* 2: 73–74.
- Cawthorne R. A. & J. A. Marchant (1980):** The effects of the 1978/79 winter on British bird populations. *Bird Study* 27: 163–172.
- Chavko J. & S. Vongrei (1996):** Großtrappenschutz in der Slowakei – eine Übersicht. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 1/2: 10–11.
- Cohen J. E. (2003):** Human population: The next half century. *Science* 302: 1172–1175.
- Collar N. J. (1996):** Family Otidae (Bustards). In: del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) *Handbook of the birds of the world*, vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, pp. 240–273
- Collar N. J. & P. Andrew (1988):** Birds to watch: The ICBP world checklist of threatened birds. ICBP & IUCN, Cambridge.
- Collar N. J., M. J. Crosby & A. J. Stattersfield (1994):** Birds to watch 2: the world list of threatened birds. BirdLife International. Cambridge, U.K.
- Crabb J., L. Firbank, M. Winter, C. Parham & A. Dauven (1998):** Set-aside landscapes: farmer perceptions and practices in England. *Landsc. Res.* 23: 237–254.
- Cramp S. & K. K. L. Simmons (eds.) (1980):** A handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: The birds of the Western Palearctic. Vol. II, Hawk to Bustards. Oxford University Press, Oxford.

- Crivelli A. J., H. Jerrentrup H. & T. Mitchev (1988):** Electric power lines: a cause of mortality in *Pelecanus crispus* Bruch, a world endangered bird species. Colonial Waterbirds 11: 301–305.
- De La Zerda S. & L. Rosselli (2003):** Mitigation of collisions of birds with high-tension electric power lines by marking the ground wire. Ornithología Columbiana 1: 42–62.
- De Lucas M., G. F. E. Janss & M. Ferrer (2004):** The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. Biodiv. Conserv. 13: 395–407.
- DeFries R. S., J. A. Foley & G. P. Asner (2004):** Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. Frontiers in Ecology and the Environment 2: 249–257.
- Del Hoyo J., A. Elliot & J. Sargatal (Eds.) (1996):** Handbook of the Birds of the World, vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona: 821 pp.
- Deleriev S., P. Zehindjiev & D. Georgiev (2004):** National Report, Republic of Bulgaria. Memorandum of Understanding on the Conservation and Management of the Middle-European Population of the Great Bustard (*Otis tarda*). 17–18 September, Illmitz, Austria. Convention on Migratory Species. URL: www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/GB_1/pdf/Inf_04_6_NationalReport_Bulgaria.pdf. [Accessed: 03.07.2013]
- Dornbusch M. (1996):** Situation und Schutz der Großtrappe (*Otis t. tarda* L., 1758) in Sachsen-Anhalt. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 1/2: 28–29.
- Drewitt A. L. & R. H. W. Langston (2008):** Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. Ann. New York Acad. Sci. 1134: 233–266.
- Eisenberg A. (1996):** Zur Raum- und Habitatnutzung handaufgezogener Großtrappen (*Otis t. tarda* L., 1758). Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 1/2: 70–75.
- Eschholz N. (1996):** Großtrappen (*Otis t. tarda* L., 1758) in den Belziger Landschaftswiesen. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft 1/2: 37–40.
- Everaert J. & E. W. M. Stienen (2007):** Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium): significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiv. Conserv. 16: 3345–3359.
- Eyre M.D., M. Hughes & C. Leifert (2012):** Winter bird activity in fields on a split conventional/organic farm in northern England. Org Agr 2: 197–203.
- Faanes C. A. (1987):** Bird behaviour and mortality in relation to powerlines in prairie habitats. Washington DC: US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Faragó S. (1981):** Villanyvezetékek okozta tűzokpusztulások a Hanságban. Madártani Tájékoztató 1981 (July-September): 136–137.
- Faragó S. (1982):** A Hanság környéki tűzokállomány, 5 éves magyar-osztrák szinkronfelvételek alapján. Állattani Közlemények 69: 75–84.
- Faragó S. (1985):** Izolálódott tűzokpopulációk védelmének kérdései a Kárpát-medence nyugati tűzoknépségeinek példáján. Állattani Közlemények 72: 53–60.

- Faragó S. (1986):** Investigations on the nesting ecology of the Great Bustard (*Otis t. tarda* L., 1758) in the Devavanya nature conservation district. 1. Comparative studies of micro-climate. *Aquila* 92: 133–173.
- Faragó S. (1987):** Magyarország tűzokállománya az 1981–85. Évi állományfelmérések tükrében. *Állattani Közlemények* 73: 21–28.
- Faragó S. (1990):** A tűzok Magyarországon. *Venatus*, Budapest: 78 pp.
- Faragó S. (1992):** Magyarország tűzokállománya az 1985–1990. Évi felmérések tükrében. *Állattani Közlemények* 78: 21–28.
- Faragó S. (1996):** Lage des Großtrappenbestandes in Ungarn und Ursachen für den Bestandsrückgang. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft 1/2*: 12–17.
- Faragó S. (2005):** One-hundred-year trend of the Great Bustard (*Otis tarda*) population in the Kisalföld region. *Aquila* 112: 153–162.
- Faragó S., F. Giczi & H. Wurm (2001):** Management for the Great Bustard (*Otis tarda*) in Western Hungary. *Game and Wildlife Science* 18: 171–181.
- Ferianc O. (1977):** Birds of Slovakia 1. Veda, Publ. House SAS, Bratislava.
- Fiala L. & H. Fialová (1995):** Dropi na Znojemsku. Okresní úřad Znojmo a ČSOP Znojmo.
- Fisher N. I. (1993):** Statistical analysis of circular data. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Fodor T., L. Nagy & I. Sterbetz (1971):** A tűzok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest: 153 pp.
- Frost D. (2008):** The use of ‘flight diverters’ reduce mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation Evidence* 5: 83–91.
- Gauthier G., J.-F. Giroux, A. Reed, A. Béchet & L. Bélanger (2005):** Interactions between land use, habitat use, and population increase in Greater Snow Geese: what are the consequences for natural wetlands? *Glob. Change Biol.* 11: 856–868.
- Gewalt W. (1959):** Die Großtrappe (*Otis tarda* L.). Die neue Brehm-Bücherei, Heft 223. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Gill J. A., A. R. Watkinson & W. J. Sutherland (1996):** The impact of sugar beet farming practice on wintering Pink-footed Goose *Anser brachyrhynchus* populations. *Biol. Conserv.* 76: 95–100.
- Götmark F., D. Blomqvist, O. C. Johansson & J. Bergkvist (1995):** Nest site selection: A trade-off between concealment and view of the surroundings? *Journal of Avian Biology* 26: 305–312.
- Goriup P. (1994):** Great Bustard *Otis tarda*. In: Tucker G. M. & M. F. Heath (Comp.): Birds in Europe. Their Conservation Status. BirdLife International, Cambridge.
- Glutz von Blotzheim U. N., K. M. Bauer & E. Bezzel (1994):** Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 5: Galliformes und Gruiformes. Aula-Verlag GmbH, Wiesbaden.

- Graber J. W. & R. R. Graber (1979):** Severe winter weather and bird populations in southern Illinois. *Wilson Bull.* 91: 88–103.
- Guillemette M. & J. K. Larsen (2002):** Postdevelopment experiments to detect anthropogenic disturbances: the case of sea ducks and wind parks. *Ecol. Applic.* 12: 868–877.
- Guzmán J. M. S., A. S. García, C. C. Amado & A. M. del Viejo (1999):** Influence of farming activities in the Iberian Peninsula on the winter habitat use of Common Crane (*Grus grus*) in areas of its traditional migratory routes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 72: 207–214.
- Haas D., M. Nipkow, G. Fiedler, M. Handschuh, M. Schneider-Jacoby & R. Schneider (2006):** Caution: Electrocutation! NABU-German Society for Nature Conservation. http://www.nabu.de/vogelschutz/caution_electrocutation.pdf [Accessed: 15.02.2010].
- Hancock M. H. & J. D. Wilson (2003):** Winter habitat associations of seed-eating passerines on Scottish farmland. *Bird Study* 50: 116–130.
- Hanowski J. M. & R. Y. Hawrot (2000):** Avian issues in the development of wind energy in Western Minnesota. Pp. 80–87 in PNAWPPM-III (ed). Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, May 1998. King City: LGL Ltd.
- Henderson I. G., J. A. Vickery & N. Carter (2004):** The use of winter bird crops by farmland birds in lowland England. *Biol. Conserv.* 118: 21–32.
- Houston C. S. & C. M. Francis (1995):** Survival of Great Horned Owls in relation to the Snowshoe Hare cycle. *Auk* 112: 44–59.
- IEEE Task Force on Reducing Bird Related Power Outages (2004):** Preventive measures to reduce bird-related power outages - Part I: Electrocutation and collision. *IEEE Trans. on Power Delivery* 19: 1843–1847.
- Infante S., J. Neves, J. Ministro & R. Brandão (2005):** Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal. Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza e SPEA Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Castelo Branco. http://portal.icnb.pt/NR/rdonlyres/A04AE662-7439-4FF6-A0D4E0162D0A9245/0/PORImpacto_LinhasElectricas_2005.pdf [Accessed: 21.10.2009].
- Inglis I. R., A. J. Isaacson, G. C. Smith, P. J. Haynes & R. J. P. Thearle (1997):** The effect on the Woodpigeon (*Columba palumbus*) of the introduction of oilseed rape into Britain. *Agric. Ecosyst. Environ.* 61: 113–121.
- IUCN (2009):** The IUCN Red List of threatened species. URL: <http://www.iucnredlist.org> [Accessed: 21.10.2009].
- IUCN (2010):** The IUCN Red List of threatened species. Version 2010.4. Downloaded from <http://www.iucnredlist.org> [Accessed: 11.05.2011].
- Janss G. F. E. (2000):** Avian mortality from power lines: a morphologic approach of species-specific mortality. *Biol. Conserv.* 95: 353–359.

- Janss G. F. E. & Ferrer M. (1998):** Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. *J. Field Ornithol.* 69: 8–17.
- Janss G. F. E. & M. Ferrer (2000):** Common crane and great bustard collision with power lines: collision risk and risk exposure. *Wildlife Soc. Bull.* 28: 675–680.
- Jenkins A. R., J. J. Smallie & M. Diamond (2010):** Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conserv. Int.* 20: 263–278.
- Kalmár S. & S. Faragó (2008):** A túzok védelme magyarországon, Life Nature Project 2007–2008, évi monitoring jelentése. *Hungarian Small Game Bulletin, Supplement 2008:* 14–19.
- Kaplan J. O., K. M. Krumhardt & N. Zimmermann (2009):** The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. *Quaternary Science Reviews* 28: 3016–3034.
- Kareiva P., S. Watts, R. McDonald & T. Boucher (2007):** Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science* 316: 1866–1869.
- Kollar H. P. (1983):** Der Einfluß von Trappenschutzfeldern auf den Aktionsraum der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im Marchfeld (Niederösterreich). *Egretta* 26: 33–42.
- Kollar H. P. (1989):** Zur Bestandsentwicklung der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im Marchfeld. *Egretta* 32: 73–75.
- Kollar H. P. (1996):** Action plan for the Great Bustard (*Otis tarda*) in Europe. In: Heredia B., L. Rose L. & M. Painter (Eds.) *Globally threatened birds in Europe: action plans.* Council of Europe, Strasbourg: 245–260.
- Kollar H. P. (2001):** Aktionsplan Schutz für die Großtrappe in Österreich. Studie des WWF Österreich im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: 98 pp.
- Kollar H. P. & M. Seiter (1992):** Die Großtrappen (*Otis tarda* L.) des Marchfeldes verstreichen über den Winter. *Vogelkundl. Nachrichten aus Ostösterreich* 3: 1–3.
- Kollar H. P. & H. Wurm (1996):** Zur Bestandssituation der Großtrappe (*Otis t. tarda* L., 1758) in Österreich. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 1/2: 7–9.
- Kurpé I. (1996):** Beziehungen zwischen Großtrappenschutz und Landwirtschaft im Raum des Landschaftsschutzgebietes Dévaványa. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft* 1/2: 51–53.
- Lahti K., M. Orell, S. Rytkönen & K. Koivula (1998):** Time and food dependence in Willow Tit winter survival. *Ecology* 79: 2904–2916.
- Lane S. J. & J. C. Alonso (2001):** Status and extinction probabilities of great bustard (*Otis tarda*) leks in Andalucía, southern Spain. *Biodiv. Conserv.* 10: 893–910.

- Lane S. J., J. C. Alonso, J. A. Alonso & M. A. Naveso (1999):** Seasonal changes in diet and diet selection of Great Bustards (*Otis t. tarda*) in north-west Spain. J. Zool. 247: 201–214.
- Lane S. J., J. C. Alonso & C. A. Martín (2001):** Habitat preferences of Great Bustard *Otis tarda* flocks in the arable steppes of central Spain: are potentially suitable areas unoccupied? J. Appl. Ecol. 38: 193–203.
- Langgemach T. (2005):** Predation management to improve the reproductive success of the Great Bustard (*Otis tarda*) in Germany. Aquila 112: 151–152.
- Langgemach T. (2008):** Artificial incubation and rearing methods in the German Great Bustard (*Otis tarda*) conservation programme. Bustard Studies 7: 5–17.
- Langgemach T. (2009):** Hoffnung im Osten: Die Großtrappe in Deutschland – gerettet? Der Falke 12: 456–463.
- Larsen J. K. & J. Madsen (2000):** Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese (*Anser brachyrhynchus*): a landscape perspective. Landscape Ecol. 15: 755–764.
- Litzbarski B. & H. Litzbarski (1996a):** Der Einfluss von Habitatstruktur und Entomofauna auf die Kükenaufzucht bei der Großtrappe (*Otis t. tarda* L., 1758). Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft 1/2: 59–64.
- Litzbarski B. & H. Litzbarski (1996b):** Zur Situation der Großtrappe in Deutschland. Vogelwelt 117: 213–224.
- Litzbarski B., H. Litzbarski & S. Petrick (1987):** Zur Ökologie und zum Schutz der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im Bezirk Potsdam. Acta Ornithoecologica 1: 199–245.
- López-Jamar J., F. Casas, M. Díaz & M. B. Morales (2011):** Local differences in habitat selection by Great Bustards *Otis tarda* in changing agricultural landscapes: implications for farmland bird conservation. Bird Conservation International 21: 328–341.
- Ludwig B. (1983):** Bestandsentwicklung, Ökologie und Schutz der Großtrappe (*Otis tarda*) in der Notte-Niederung. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg Beiheft 6: 16–28.
- Ludwig B. (1996):** Neue Ergebnisse zum Bestand, zur Brutbiologie und –ökologie sowie zum Schutz der Großtrappe. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft 1/2: 30–36.
- Lukschanderl L. (1971):** Zur Verbreitung und Ökologie der Großtrappe (*Otis tarda* L.) in Österreich. Journal für Ornithologie 112, Heft 1.
- Lützens R. & F. Eder (1977):** Über das Schicksal von Randpopulationen der Großtrappe (*Otis tarda* L.) in Niederösterreich. J. Orn.: 93–105.
- Magaña M., J. C. Alonso, J. A. Alonso, C. A. Martín, B. Martín & C. Palacín (2011):** Great Bustard (*Otis tarda*) nest locations in relation to leks. J. Ornithol. 152: 541–548.

- Magaña M., J. C. Alonso, C. A. Martín, L. M. Bautista & B. Martín (2010):** Nest-site selection by Great Bustards *Otis tarda* suggests a trade-off between concealment and visibility. *Ibis* 152: 77–89.
- Martín C. A., J. C. Alonso, J. A. Alonso, C. Palacín, M. Magaña & B. Martín (2007):** Sex-biased juvenile survival in a bird with extreme size dimorphism, the great bustard *Otis tarda*. *J. Avian Biol.* 38: 335–346.
- Martín C. A., C. Martínez, L. M. Bautista & B. Martín (2012):** Population increase of the Great Bustard *Otis tarda* in its main distribution area in relation to changes in farming practices. *Ardeola* 59: 31–42.
- Martin G. R. & J. M. Shaw (2010):** Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biol. Conserv.* 143: 2695–2702.
- Martínez C. (1991):** Patterns of distribution and habitat selection of a Great Bustard (*Otis tarda*) population in Northwestern Spain. *Ardeola* 38: 137–147.
- McKay H. V., S. D. Langton, T. P. Milsom & C. J. Feare (1996):** Prediction of field use by Brent Geese; an aid to management. *Crop Prot.* 15: 259–268.
- Morales M. B., J. C. Alonso & J. A. Alonso (2002):** Annual productivity and individual female reproductive success in a Great Bustard *Otis tarda* population. *Ibis* 144: 293–300.
- Morales M. B., J. C. Alonso, J. A. Alonso & E. Martín (2000):** Migration patterns in male Great Bustards (*Otis tarda*). *Auk* 117: 493–498.
- Morales M. B., F. Suárez & E. L. García de la Morena (2006):** Réponses des oiseaux de steppe aux différents niveaux de mise en culture et d'intensification du paysage agricole: analyse comparative de leurs effets sur la densité de population et la sélection de l'habitat chez l'outarde canepetière *Tetrax tetrax* et l'outarde barbue *Otis tarda*. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 61: 261–270.
- Moreira F., R. Morgado & S. Arthur (2004):** Great Bustard *Otis tarda* habitat selection in relation to agricultural use in southern Portugal. *Wildl. Biol.* 10: 251–260.
- Morgado R. & F. Moreira (2000):** Seasonal population dynamics, nest site selection, sex-ratio and clutch size of the Great Bustard *Otis tarda* two adjacent lekking areas. *Ardeola* 47: 237–246.
- Nagy S. (2009):** International single species action plan for the Western Palearctic population of Great Bustard, *Otis tarda tarda*. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/action_plans/docs/otis_tarda.pdf [Accessed: 06.2013].
- Nelson H. K. & R. C. Curry (1995):** Assessing avian interactions with wind-plant development and operation. *Trans. North Am. Wildlife Nat. Resources Conference* 60: 266–287.
- Newton I. (2007):** Weather-related mass-mortality events in migrants. *Ibis* 149: 453–467.

- Osborne P. E., J. C. Alonso & R. G. Bryant (2001):** Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with Great Bustards. *J. Appl. Ecol.* 38: 458–471.
- Osborn R. G., C. D. Dieter, K. F. Higgins & R. E. Usgaard (1998):** Bird flight characteristics near wind turbines in Minnesota. *Am. Midland Nat.* 139: 20–38.
- Palacín C. & J. C. Alonso (2008):** An updated estimate of the world status and population trends of the Great Bustard *Otis tarda*. *Ardeola* 55: 13–25.
- Palacín C., J. C. Alonso, C. A. Martín & J. A. Alonso (2012):** The importance of traditional farmland areas for steppe birds: a case study of migrant Great Bustards *Otis tarda* in Spain. *Ibis* 154: 85–95.
- Peris S. J., L. Corrales, N. Gonzalez & J. C. Velasco (1992):** Surveys of wintering Great Bustards *Otis tarda* in West-Central Spain. *Biol. Conserv.* 60: 109–114.
- Pinto M., P. Rocha & F. Moreira (2005):** Long-term trends in Great Bustard (*Otis tarda*) populations in Portugal suggest concentration in single high quality area. *Biol. Conserv.* 124: 415–423.
- PNAWPPM-III (2000):** Proceedings of national avian - wind power planning meeting III, San Diego, California, May 1998. King City: LGL Ltd.
- Poulsen J. G., N. W. Sotherton & N. J. Aebischer (1998):** Comparative nesting and feeding ecology of skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in southern England with special reference to set-aside. *J. Appl. Ecol.* 35: 131–147.
- Raab R. (2009):** Cross-border conservation of the West-Pannonian Great Bustard population in Austria, Czech Republic, Hungary and Slovakia and conservation measures in agricultural habitats in Austria. In: C. Attie and T. Micol (eds.), *Protection of bustards in Europe: reinforcement or reintroduction: which is the best conservation strategy?* LPO and Bird-Life International. pp. 31–36.
- Raab R., H. P. Kollar, H. Winkler, S. Faragó, P. Spakovszky, J. Chavko, B. Maderič, V. Škorpíková, E. Patak, H. Wurm, E. Julius, S. Raab & C. Schütz (2010):** Die Bestandsentwicklung der westpannonischen Population der Großtrappe, *Otis tarda* Linnaeus 1758, von 1900 bis zum Winter 2008/2009. *Egretta* 51: 74–99.
- Raab R., F. J. Kovacs, E. Julius, S. Raab, C. Schütz, P. Spakovszky & J. Timar (2010):** Die Großtrappe in Mitteleuropa. Erfolgreicher Schutz der westpannonischen Population. APG, Wien, 304 pp.
- Raab R., C. Schütz, P. Spakovszky, E. Julius & C. H. Schulze (2012):** Underground cabling and marking of power lines: conservation measures rapidly reducing mortality of West-Pannonian Great Bustards *Otis tarda*. *Bird Conserv. Int.* 22: 299–306.

- Raab R., C. Schütz, P. Spakovszky, E. Julius & C. H. Schulze (under revision):** Optimizing the attractiveness of winter oilseed rape fields as foraging habitat for the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population during winter.
- Raab R., P. Spakovszky, E. Julius, C. Schütz & C. H. Schulze (2011):** Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population. Bird Conserv. Int. 21: 142–155.
- Rayner J. M. V. (1988):** Form and function in avian flight. In: Johnston R.F. (Ed.), Current Ornithology, Vol. 5. Plenum, New York, pp. 1- 66.
- Reiter A. S. (1997a):** Bestandessituation und Aktionsräume der Großtrappe im Weinviertel im Sommerhalbjahr 1996 sowie Vorschläge zur Verbesserung der Habitatsituation. Unveröffentlichter Bericht für das Forschungsprojekt der Niederösterreichischen Landesregierung, Naturschutzabteilung: Artensicherungsprogramm GROSSTRAPPE 1996–1998: Teilprojekt „Beurteilung der Lebenssituation der Großtrappe im Bereich Eggenburg-Hollabrunn sowie Erarbeitung und Betreuung von Habitatverbesserungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Verein GRÜNE WELT“: 55 pp.
- Reiter A. S. (1997b):** Beitrag zur Ökologie der Großtrappe im Weinviertel im Sommerhalbjahr 1997 sowie Vorschläge zur Verbesserung ihrer Lebenssituation. Unveröffentlichter Bericht für das Forschungsprojekt der Niederösterreichischen Landesregierung, Naturschutzabteilung, und das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Abt. II/5: Artensicherungsprogramm GROSS-TRAPPE 1997: Teilprojekt „Beurteilung der Lebenssituation der Großtrappe im Bereich Eggenburg-Hollabrunn sowie Erarbeitung und Betreuung von Habitatverbesserungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Verein GRÜNE WELT“: 54 pp.
- Reiter A. S. (1998):** Lebensraumsituation, Bestandsfluktuation und Verlagerung der Aktionsräume der Großtrappe im Weinviertel im Winterhalbjahr 1996/97. Unveröffentlichter Bericht für das Forschungsprojekt der Niederösterreichischen Landesregierung, Naturschutzabteilung: Artensicherungsprogramm GROSSTRAPPE 1996–1998: Teilprojekt „Aktionsraum und Winteraufenthaltsgebiete der Großtrappen im Grenzraum zu Südmähren 1996/97“: 43 pp.
- Reiter A. S. (1999):** Über das Leben der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im Weinviertel (NÖ) im Sommerhalbjahr 1998 sowie im Winterhalbjahr 1998/99: Brutbiologische Daten, Bestandsgröße und -fluktuation, Aktionsräume sowie Habitatsituation. Bericht für das Forschungsprojekt des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung, Naturschutzabteilung, und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Abt. II/5: Artensicherungsprogramm Großtrappe, Teilprojekt „Beurteilung der Lebenssituation der Großtrappe im Bereich Eggenburg-Hollabrunn sowie Erarbeitung und Be-

- treuung von Habitatverbesserungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Verein GRÜNE WELT“: 79 pp.
- Reiter A. S. (2000a):** Casualties of Great Bustards (*Otis tarda* L.) on overhead power lines in the western Weinviertel (Lower Austria). *Egretta* 43: 37–54.
- Reiter A. S. (2000b):** Über das Leben der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im westlichen Weinviertel (NÖ): Brutbiologische Daten und Bestandsgröße im Sommerhalbjahr 1999 sowie Bestandsfluktuation im Winterhalbjahr 1999/2000, ferner Gefährdungsursachen und erarbeitete Maßnahmen zur Verbesserung des Lebensraumes. Bericht für das Forschungsprojekt des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung (Gruppe Raumordnung und Umwelt, Abteilung Naturschutz) und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Sektion II – Umwelt, Abt. II/5 U) Artensicherungsprogramm Großtrappe, Teilprojekt „Beurteilung der Lebenssituation der Großtrappe im Bereich Eggenburg-Hollabrunn sowie Erarbeitung und Betreuung von Habitatverbesserungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Verein GRÜNE WELT“: 159 pp.
- Reiter A. S. (2001a):** Welche Aussagekraft besitzen Synchronzählungen aller österreichischen Bestände der Großtrappe (*Otis tarda* L.)? *Egretta* 44: 74–88.
- Reiter A. S. (2001b):** Brutbiologische Daten und Bestandsfluktuation der Großtrappe (*Otis tarda* L.) im westlichen Weinviertel (NÖ) der Jahre 2000 und 2001 ferner Gefährdungsursachen sowie erarbeitete Managementmaßnahmen zur Verbesserung ihres Lebensraumes. Unveröffentlichter Bericht für das Forschungsprojekt: „Großtrappe Weinviertel 2000 u. 2001 mit der Nr. RU5-LE-031/000 (Österreichisches Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raumes gemäß VO (EG) Nr. 1257/99): 57 pp.
- Reiter A. S. (2002):** Über das Leben der Großtrappe (*Otis tarda* L.) und die Erarbeitung und Umsetzung von Habitatverbesserungsmaßnahmen im westlichen Weinviertel (NÖ) in der Zeit vom 1. Jänner – 30. April 2002. Bericht für das Forschungsprojekt: „Großtrappe westliches Weinviertel 2002“, Naturschutzabteilung/Amt der NÖ Landesregierung: 39 pp.
- Riddington R., M. Hassall, S. J. Lane, P. A. Turner & R. Walters (1996):** The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla*. *Bird Study* 43: 269–279.
- Rocha P., A. T. Marques & F. Moreira (2005):** Seasonal variation in Great Bustard *Otis tarda* diet in South Portugal with a focus on the animal component. *Ardeola* 52: 371–376.
- Rocha P., M. B. Morales & F. Moreira (2013):** Nest site habitat selection and nesting performance of the Great Bustard *Otis tarda* in southern Portugal: implications for conservation. *Bird Conservation International*, doi: 10.1017/S 0959270912000202.

- Rollan A., J. Real, R. Bosch, A. Tintó & Hernández-Matías (2010):** Modelling the risk of collision with power lines in Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* and its conservation implications. *Bird Conserv. Int.* 20: 279–294.
- Rubolini D., E. Bassi, G. Bogliani, P. Galeotti & R. Garavaglia (2001):** Eagle Owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Italian Alps. *Bird Conserv. Int.* 11: 319–324.
- Sahr K., D. White & A. J. Kimerling (2003):** Geodesic Discrete Global Grid Systems. *Cartogr. Geogr. Inform.* 30: 121–134.
- Sastre P., C. Ponce, C. Palacín, C. A. Martín & J. C. Alonso (2009):** Disturbances to Great Bustards (*Otis tarda*) in central Spain: human activities, bird responses and management implications. *European Journal of Wildlife Research* 55: 425–432.
- Shimada T. (2001):** Choice of daily flight routes of Greater White-fronted Geese: Effects of power lines. *Internat. J. Waterbird Biol.* 24: 425–429.
- Škorpíková V. (2004):** Vyskyt dropa velkého (*Otis tarda*) v CR v posledních deseti letech. *Crex* 22: 50–55.
- Škorpíková V. (2005):** Drop velk? (*Otis tarda*) – aktuální ituce ve svete (The Great Bustard (*Otis tarda*) – recent situation in the world). *Crex* 25: 80–92.
- Stamps J. A. (1988):** Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *The American Naturalist* 131: 329–347.
- StatSoft Inc. (2005):** STATISTICA for Windows, 7.1. Tulsa: StatSoft.
- Sterbetz I. (1980):** Investigations into the nutrition of the Great Bustard (*Otis tarda* L.) in the winter aspect of 1977/78. *Aquila* 86: 93–100.
- Streich W. J., H. Litzbarski, B. Ludwig & S. Ludwig (2006):** What triggers facultative winter migration of Great Bustard (*Otis tarda*) in Central Europe? *European Journal of Wildlife Research* 52: 48–53.
- Suárez-Seoane S., P. E. Osborne & J. C. Alonso (2002):** Large-scale habitat selection by agricultural steppe birds in Spain: identifying species–habitat responses using generalized additive models. *J. Appl. Ecol.* 39: 755–771.
- Torres A., C. Palacín, J. Seoane & J. C. Alonso (2011):** Assessing the effects of a highway on a threatened species using Before-During-After and Before-During-After-Control-Impact designs. *Biol. Conserv.* 144: 2223–2232.
- Tucker G. M. (1992):** Effects of agricultural practices on field use by invertebrate-feeding in birds in winter. *J. Appl. Ecol.* 29: 779–790.
- Wagenmakers E.-J. & S. Farrell (2004):** AIC model selection using Akaike weights. *Psychon. Bull. Rev.* 11: 192–196.
- White D., A. J. Kimerling & W. S. Overton (1992):** Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring. *Cartogr. Geogr. Inform.* 19: 5–22.

- Wingfield J. C. & M. Ramenofsky (1997):** Corticosterone and facultative dispersal in response to unpredictable events. *Ardea* 85:155–166.
- Yaremchenko O. & O. Bakhtiyarov (2006):** Great Bustard (*Otis tarda*) in Ukraine: History, current status, conservation problems and strategies. In: Leitão D., C. Jolivet, M. Rodriguez & J. Tavares (eds.), Bustard conservation in Europe in the last 15 years: current trends, best practice and future priorities. Sociedade Portuguesa Para O Estudo Das Aves. Lisbon, Portugal. pp. 145–149.
- Yee M. J. (2008):** Testing the effectiveness of an avian flight diverter for reducing avian collisions with distribution power lines in the Sacramento Valley, California. California Energy Commission. URL: www.energy.ca.gov/2007publications/CEC-500-2007-122/CEC-500-2007-122.pdf [Accessed: 03.2011].

Acknowledgements

In the following, I will acknowledge my greatest supporters. First of all I want to thank to my family and my coauthors and co-workers, which supported me in several ways since I started to work with Great Bustard in the year 1999. Last but not least financial support will be acknowledged.

My family

Having a family at home that is always ready to receive you with love and care no matter how long you have been away, makes it easier to work with Great Bustards in different areas. Therefore, my gratitude goes to Sylvia Raab, Maximilian Raab, Rainhard Raab, Irene Raab und Herwig Raab.

Coauthors and co-workers

I am very happy and proud of the fruitful collaboration with my coauthors and co-workers.

I would like to extend my special thanks to my PhD supervisor Hans Winkler.

Christian H. Schulze is coauthor of three papers that are included in this doctoral thesis. He has been supporting me since we met for the first time at the University of Vienna on October 10th, 2006. My current co-workers Eike Julius, Sylvia Raab, Claudia Schütz and Péter Spakovszky, supported my scientific work for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard population for many years, and are coauthors of papers that are included in this doctoral thesis. The support of these five people was crucial and without their support it would have been impossible to complete this doctoral thesis or anything similar.

Moreover I would like to thank my current co-workers Lisa Greis, Gerhard Rotheneder, Nina Schönemann and Marcia Sittenthaler, and also my former co-workers Björn Beckmann, Helmut Jaklitsch, Berit Lechner, Christian Rust, Maria Schindler, Stefan Schindler, Martina Staufer and Margit Stuckart for their contributions to my work.

Hans Peter Kollar was my main mentor and advisor during the first years of my work with the West Pannonian population of the Great Bustard. I am very grateful for his trust in our collaboration, for his great support in the year 1999 and his very essential contributions and the effective cooperation. He is coauthor of one paper that is included in this doctoral thesis.

Further colleagues and friends

Let me thank all scientists dealing with the Great Bustard in Europe for many fruitful discussions at several meetings, especially Manfred Pöckl from Austria, Jelena Kralj from Croatia, Vlasta Škorpíková and David Horal from Czech Republic, Torsten Langgemach, Henrik Watzke, Astrid Eisenberg und Heinz Litzbarski from Germany, Paul Goriup, David Waters, Kate Ashbrook, Al Dawes, Allan Goddard, Andrew Taylor and Tracé Williams from Great Britain, Sándor Faragó, Anna Práger, Miklós Lóránt, András and Attila Bankovics, Attila Pellingner, Antal Széll, Szabolcs Nagy and András Schmidt from Hungary, Márcia Pinto from Portugal, Attila Nagy from Romania, Mikhail and Olga Oparin from Russia, Rastislav Rybanic, Juraj Balogh, Jozef Chavko and Boris Maderič from Slovakia, Juan Carlos Alonso from Spain, and Aimee Kessler from USA.

I am grateful to more than 700 people involved in conservation projects for the West-Pannonian Great Bustard population and who reported the majority of Great Bustard casualties found in the field, especially farmers (such as Werner Falb-Meixner, Josef Mann and Reinhold Reif), hunters (such as Franz Autherith, Franz Bartolich, Karl and Wilfried Hogl, Paul Weiß, Hermann Wogowitsch, Hans Wurm and Karl Zsivicza) conservationists (such as Hans-Martin Berg, Michael Dvorak, Franz Eder, Bernhard Frank, Katharina Kölbl, Franz Josef Kovacs, Alfred Mayer, Helmut Pacholik, Andreas Ranner, Franz Stadler, Claus Stundner, Josef Timar and Doris Walter) and project partners (such as Sven Aberle, Gerhard Breuer, Hermann Herzig, Christian Hinterleitner, Alois Lang, Peter Layr, Gerald Patschka, Stephan Pernkopf, Gerhard Prenner, Franz Raab, Hermann Schultes, Enrica Seltenhammer, Gerhard Schwach, Lukas Weber-Hajszan and Karl Wittmann).

I would like to thank all reviewers for providing helpful comments, which significantly improved our manuscripts.

Financial support

I would especially like to thank more than 550 farmers for providing parts of their fields to support suitable breeding habitats and winter grazing areas for Great Bustards by means of the Austrian Rural Development Program.

The papers that are included in this doctoral thesis are mostly based on data collected in the framework of the LIFE Projects “Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria” (LIFE05 NAT/A/000077; www.grosstrappe.at), “Cross-border Protec-

tion of the Great Bustard in Austria – continuation” (LIFE09 NAT/AT/000225; www.grosstrappe.at) and “Conservation of *Otis tarda* in Hungary” (LIFE04 NAT/HU/000109; www.tuzok.hu). The paper about the distribution of the West Pannonian population contains additional data collected in the framework of the LIFE Project “Conservation of *Otis tarda* in Slovakia” (LIFE05 NAT/SK/000115; www.dropy.sk). All these projects were supported by the EU, many project partners and co-financiers. Some of the papers that are included in this doctoral thesis are also based on data collected in the framework of the additional EU co-financed projects (INTERREG-III: HUBP5M2_0015; LPF: 5-N-A1025/148-2009 and RD: RU5-LE-040/000, RU5-LE-152/000, RU5-S-428/001-2005) were supported by the Austrian Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water management (BMLFUW) and the regional governments of Lower Austria and Burgenland. Without this support the time-consuming work for the conservation of the entire West-Pannonian Great Bustard population during recent years would not have been possible.

Curriculum Vitae (2013.09.05)

Name: Mag. rer. nat. Rainer Raab

Date of birth: October 11th, 1970

Address: Anton Brucknergasse 2, A-2232 Deutsch-Wagram, Austria

E-mail: rainer.raab@grosstrappe.at

Education

Since 2004: PhD at the University of Vienna, Austria. Title: “Foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population”

1988 – 1997: Zoology and Ecology at the University of Vienna, Austria. Graduation with Master Thesis (*in German*) on “The colonisation of the “Marchfeldkanal” (Lower Austria, Vienna) by dragonflies (Insecta: Odonata) – Die Besiedlung des Marchfeldkanals (Niederösterreich, Wien) durch Libellen (Insecta: Odonata)”.

1980 – 1988: Secondary education school in 1210 Vienna with Higher School Certificate on June 23rd, 1988 – Bundesrealgymnasium in 1210 Wien mit Matura am 23. Juni 1988

1976 – 1980: Primary school in 1220 Vienna – Volksschule in 1220 Wien

Working experience

Since 2005: “Central European bustard coordinator” within the LIFE project “Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria” (LIFE05 NAT/A/000077) and the LIFE+ project “Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria – continuation” (LIFE09 NAT/AT/000225)

Since 1993: Chairman of the society “Austrian working group for dragonflies – Österreichische Arbeitsgemeinschaft Libellen (ÖAL)”

Since 1991: Free lance biologist, working on several ornithological and odonatological studies and impact assessments, mainly regarding power lines and wind parks (from 1998 to 2001 as “new freelancer – Neuer Selbständiger” and since 22 Feb 2001 as “Technical office for Biology Mag. Rainer Raab – Technisches Büro für Biologie Mag. Rainer Raab”; the office of Rainer Raab currently employs eight highly qualified and motivated people).

2005 – 2009: “Great Bustard MoU coordination” together with Dr. Szabolcs Nagy on behalf of BirdLife International

2001 – 2002: Chairman of the society “Pannonian Society for Great Bustard Conservation – Pannonische Gesellschaft Großtrappenschutz (PGG)”.

Main research interests

Great Bustard (since 1999), Stone Curley (since 1995) and dragonflies (since 1987); conservation management; ecology, population biology & conservation of birds and dragonflies; impact assessments.

Memberships in Scientific Societies

BirdLife Austria – BirdLife Österreich – Gesellschaft für Vogelkunde

Austrian Herpetological Society – Österreichische Gesellschaft für Herpetologie (ÖGH)

Austrian working group for dragonflies – Österreichische Arbeitsgemeinschaft Libellen (ÖAL)

Austrian Society for entomofaunistics – Österreichische Gesellschaft für Entomofaunistik (ÖGEF)

Society of German speaking odontologists – Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V. (GdO)

British Dragonfly Society (BDS)

Societas Internationalis Odonatologica (S. I. O.)

Editorial Work

1994 – 1999: Editor, ANAX “Newsletter of the Austrian working group for dragonflies – Mitteilungsblatt der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft Libellen (ÖAL)”

Organization of Scientific Meetings (examples)

1. Práger A., Lóránt M., Schmidt A. & R. Raab (2013): 3rd Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 8-12 Apr 2013, Szarvas (HU)
2. Raab R. & S. Raab (2011): 14. LIFE-Plattform, 9-10 May 2012, Illmitz (A)
3. Nagy S. & R. Raab (2008): 2nd Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 9-12 Nov 2008, Feodosia (UA)
4. Raab R. (2004): 1st Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 14-18 Sep 2004, Illmitz (A)
5. Raab R. (1996): 2nd Odonatological Symposium of the Alps-Adriatic regional Community, 12-18 Jul 1996, Deutsch-Wagram (A)

Participation in National and International Scientific Meetings (examples)

1. 3rd Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 8-12 Apr 2013, Szarvas (HU)
2. Ornithologischer Kongress des Komitats Győr-Moson-Sopron, 2 Mar 2013, Kapuvár (HU)
3. Österreichisch-ungarisches OrnithologInnen-Treffen, 21 Jan 2013, Illmitz (A)
4. 14. LIFE – Plattform, 9-10 May 2012, Illmitz (A)
5. Ornithological conference of the Czech Society for Ornithology (CSO), 7-9 Oct 2011, Mikulov (CZ)
6. International Conference, Bird Conservation in the European Union: PLANNING FOR RECOVERY ACTION AND SUSTAINABLE USE, 23-24 Nov 2010, Brussels (B)
7. Green Week, 1-2 Jun 2010, Brussels (B)
8. LIFE Nature and Biodiversity Conference, 31 May - 1 Jun 2010, Brussels (B)
9. LIFE NATURE thematic conference "Protecting Europe's Nature: Learning from LIFE", 17-19 Nov 2008, Brussels (B)
10. 2nd Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 9-12 Nov 2008, Feodosia (UA)
11. European seminar "Which is the best conservation strategy for the protection of Bustards in Europe: reinforcement/reintroduction of populations or habitat conservation measures?", 5-6 Oct 2007, Zoodyssée, Villiers-en-Bois (F)
12. 6th Conference of the European Ornithologists' Union, 24-29 Aug 2007, Vienna (A)
13. Great Bustard LIFE Projects Meeting, 17 Jan 2007, Bratislava (SK)
14. Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, 11-12 Nov 2006, Mosonmagyaróvár (H)
15. Internationaler Workshop "Bustard Conservation in Europe in the last 15 Years - current trends, best practice and future priorities", 23-25 Nov 2005, Lisboa (P)
16. 24. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 18-20 Mar 2005, Freising (D)
17. Jahrestagung 2004 von BirdLife Österreich, 22 May 2004, Vienna (A)
18. 1st Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, 14-18 Sep 2004, Illmitz (A)
19. 7th CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) meeting. 19- 20 Sep 2002, Bonn (D)
20. 21. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 17-19 Mar 2002, Worms (D)
21. 20. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 16-18 Mar 2001, Görlitz (D)

22. 19. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 14-16 Mar 2000, Schwäbisch-Hall (D)
23. 18. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 19-21 Mar 1999, Münster (D)
24. 17. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 20-22 Mar 1998, Bremen (D)
25. 16. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 14-16 Mar 1997, Nürnberg (D)
26. 2nd Odonatological Symposium of the Alps-Adriatic regional Community, 12-18 Jul 1996, Deutsch-Wagram (A)
27. 15. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 22-24 Mar 1996, Berlin (D)
28. XIIIth International Symposium of Odonatology, 20-30 Aug 1995, Essen (D)
29. 14. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 25-27 Mar 1995, Alexisbad/Harz (D)
30. Jahrestagung der Vereinigung der Schweizer Libellenkundler, 19 Nov 1994, Bern (CH)
31. 1st Odonatological Symposium of the Alps-Adriatic regional Community, 3-7 Jul 1994, Maribor (SLO)
32. 21st Congress of the International Ornithologists' Union (I.O.U.), 20-25 Aug 1994, Vienna (A)
33. 13. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 11-13 Mar 1994, Höxter (D)
34. 12. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, 19-21 Mar 1993, Kaiserslautern (D)

Publication list (2013.09.05)

Theses

1. **Raab R. (2013):** Foundations for the conservation of the West-Pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population. Doctoral Thesis. University of Vienna. 142 pp.
2. **Raab R. (1997):** The colonisation of the “Marchfeldkanal” (Lower Austria, Vienna) by dragonflies (Insecta: Odonata) – Die Besiedlung des Marchfeldkanals (Niederösterreich, Wien) durch Libellen (Insecta: Odonata) (*in German*). Unpubl. Master Thesis. University of Vienna. 127 pp.

Books

3. **Raab R., F. J. Kovacs, E. Julius, S. Raab, C. Schütz, P. Spakovszky & J. Timar (2010):** Die Großtrappe in Mitteleuropa. Erfolgreicher Schutz der westpannonischen Population. APG, Wien, 304 pp.
4. **Raab R., A. Chovanec & J. Pennerstorfer (2007):** Libellen Österreichs. Umweltbundesamt, Wien, SpringerWienNewYork, 343 pp.
5. **Raab R., A. Chovanec & J. Pennerstorfer (2006):** Libellen Österreichs. Umweltbundesamt, Wien, SpringerWienNewYork, 343 pp.
6. **Raab R. & E. Chwala (1997):** Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs - Libellen (Insecta: Odonata), 1. Fassung 1995. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien. 91 pp.

Publications in international peer-reviewed journals

7. **Raab R., C. Schütz, P. Spakovszky, E. Julius & C. H. Schulze (under revision):** Optimizing the attractiveness of winter oilseed rape fields as foraging habitat for the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population during winter.
8. **Raab R., C. Schütz, P. Spakovszky, E. Julius & C. H. Schulze (2012):** Underground cabling and marking of power lines: conservation measures rapidly reducing mortality of West-Pannonian Great Bustards *Otis tarda*. Bird Conserv. Int. 22: 299–306.
9. **Raab R., P. Spakovszky, E. Julius, C. Schütz & C. H. Schulze (2011):** Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population. Bird Conserv. Int. 21: 142–155.
10. **Raab R., H. P. Kollar, H. Winkler, S. Faragó, P. Spakovszky, J. Chavko, B. Maderič, V. Škorpíková, E. Patak, H. Wurm, E. Julius, S. Raab & C. Schütz (2010):** Die Bestandsentwicklung der westpannonischen Population der Großtrappe, *Otis tarda* Linnaeus 1758, von 1900 bis zum Winter 2008/2009. Egretta 51: 74–99.
11. **Benken T. & R. Raab (2008):** Die Libellenfauna des Seewinkels am Neusiedler See: Häufigkeit, Bestandsentwicklung und Gefährdung (Odonata). Libellula 27: 191–220.

12. Chovanec A., M. Straif, H. Waidbacher, F. Schiemer, A. Cabela & **R. Raab (2005)**: Rehabilitation of an impounded section of the Danube in Vienna (Austria) - evaluation of inshore structures and habitat diversity. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement, Large Rivers* 15: 211–224.
13. Chovanec A., J. Waringer, **R. Raab** & G. Laister **(2004)**: Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14 (2): 163–178.
14. Chovanec A., F. Schiemer, A. Cabela, C. Gressler, C. Grötzer, K. Pascher, **R. Raab**, H. Teufl & R. Wimmer **(2000)**: Constructed inshore zones as river corridors through urban areas – the Danube in Vienna: preliminary results. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 16: 175–187.
15. Chovanec A. & **R. Raab (1997)**: Dragonflies (Insecta, Odonata) and the ecological status of newly created wetlands - examples for long-term bioindication programmes. *Limnologica* 27 (3-4): 381–392.
16. **Raab R.**, A. Chovanec & A. K. Wiener **(1996)**: Aspects of habitat selection by adult dragonflies at a newly created pond in Vienna. *Odonatologica* 25: 387–390.

Publications in international peer-reviewed conference proceedings

17. **Raab R. (2009)**: Cross-border conservation of the West-Pannonian Great Bustard population in Austria, Czech Republic, Hungary and Slovakia and conservation measures in agricultural habitats in Austria. In: Attie C. & T. Micol (eds), *Protection of Bustards in Europe: reinforcement or reintroduction: which is the best conservation strategy?* LPO and BirdLife international. pp. 31-36.
18. **Raab R.**, P. Spakovszky, R. Rybanič, V. Škorpíková & E. Julius **(2007)**: Distribution and movements of the Western pannonic Great Bustard (*Otis tarda*) population: influence on the cross-border conservation. 6th Conference of the European Ornithologists Union, 24-28 August 2007, Vienna, Abstract Volume. pp. 70-71.

Book chapters

19. **Raab R. (2010)**: „Waasen-Hanság” – Lebensraum der Großtrappe. In: Popp-Hackner V. & G. Popp (eds), *Die österreichischen Nationalparks*. Leykam Buchverlag, Graz. pp. 70–73.
20. **Raab R. (2008)**: Das Europaschutzgebiet Parndorfer Platte – Heideboden in Pama. In: Wetzelhofer J. & R. Dubski (eds), *800 Jahre Pama Bijelo Selo, Gemeinde Pama*. pp. 42–48.

21. **Raab R. (2006): Libellen.** In: Ellmauer, T. (ed), Studie für die Erstellung österreichischer Berichte gemäß Artikel 17 der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie, 92/43/EWG, Umweltbundesamt, Wien.
22. **Raab R. (2006): Austria.** In: Dijkstra, K.-D. B. (ed), Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe, British Wildlife Publishing, Dorset. pp. 48–50.
23. Zechmeister T. C., M. Böck, **R. Raab**, C. M. Brunner, A. K. T. Kirschner & A. H. Farnleitner **(2005):** Schmetterlinge, Heuschrecken und Libellen. In: Cejka, A. et al. (eds), Das Lafnitztal. Flusslandschaft im Herzen Europas, Umweltbundesamt, Wien, NWV. pp. 102–111.
24. **Raab R. (2005): Libellen.** In: Ellmauer, T. (ed), Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 2: Arten des Anhangs II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH. pp 642–671.

Guidelines

25. **Raab R., E. Julius, P. Spakovszky & S. Nagy (2009):** Guidelines for best practice on mitigating impacts of infrastructure development and afforestation on the Great Bustard. Prepared for the CMS Memorandum of Understanding on the conservation and management of the Middle-European population of the Great Bustard. BirdLife International. Brussels. 29 pp.
26. **Raab R., E. Julius, P. Spakovszky & S. Nagy (2009):** Guidelines for monitoring of population parameters of Great Bustard and of the effects of management measures. Prepared for the CMS Memorandum of Understanding on the conservation and management of the Middle-European population of the Great Bustard. BirdLife International. Brussels. 21 pp.

Further publications in international and national journals or conference proceedings

27. **Raab R. (2013):** Erfolgreicher Schutz der Großtrappe. Weidwerk 4/2013: 26–27.
28. **Raab R. & A. Lang (2012):** Sensible Schwergewichte. Großtrappen zwischen Donau und Neusiedlersee. Nationalpark 1/2012: 18–20.
29. **Raab R. & V. Škorpíková (2011):** Recent development of the Great Bustard (*Otis tarda*) populations in the Czech Republic and in Austria (in Czech). Ornithological conference of the Czech Society for Ornithology (CSO) in Mikulov, 7-9 October 2011, Abstract Volume, p. 37.

30. **Raab R. (2006):** Zur Situation der Großtrappe. 3. Teil: LIFE-Projekt. Weidwerk 5/2006: 16–17.
31. **Raab R. (2006):** Zur Situation der Großtrappe. 2. Teil: Österreich. Weidwerk 4/2006: 12–14.
32. **Raab R. (2006):** Zur Situation der Großtrappe. 1. Teil: International. Weidwerk 3/2006: 15–17.
33. **Raab R. (2006):** LIFE Projekt zum Schutz der Großtrappe in Niederösterreich. Natur und Landschaft 81 (3): 167.
34. Cabela A., A. Chovanec, C. N. Ellinger, S. Gressler, C. Grötzer, K. Pascher, **R. Raab**, M. Straif & H. Teufl **(2003):** Maßnahmenkatalog für die neugeschaffenen Uferstrukturen auf der Donauinsel. Denisia 10: 221–226.
35. Chovanec A., M. Straif, H. Waidbacher, F. Schiemer, A. Cabela & **R. Raab (2003):** Rehabilitation of an impounded section of the Danube in Vienna (Austria): results of a four-year monitoring programme. In: Buijse, A. D.; Leuven, R. S. E. W. & Greijdanus-Klaas, M. (eds), Lowland River Rehabilitation 2003. NCR-Publication: 22-2003: 29.
36. **Raab R. (2003):** Verbreitung und Bestand von sieben ausgewählten Vogelarten auf der Donauinsel in Wien – Ergebnisse flächendeckender Erhebungen aus den Jahren 2000 bis 2002. Denisia 10: 243–273.
37. **Raab R. (2003):** Auswirkung der Errichtung des Donaukraftwerkes Freudenu (Wien) auf die überwinternden Wasservogelbestände im Wiener Donauraum. Denisia 10: 159–179.
38. **Raab R. (2003):** Zur Besiedelung neugeschaffener Uferstrukturen im Stauraum Freudenu (Wien, Niederösterreich) durch Libellen (Insecta, Odonata). Denisia 10: 79–99.
39. **Raab R. (2002):** Libellen als Bioindikatoren zur Überprüfung der Effizienz von Revitalisierungsmaßnahmen an Wienfluss und Mauerbach. Perspektiven 2002 (1/2): 55–62.
40. **Raab R. (2002):** Großtrappe: Eine neue Chance? Weidwerk 4/2002: 13–15.
41. Pascher K. & **R. Raab (2002):** Vegetation und Tagfalter auf der Donauinsel: Bestandserhebung und Vorschläge zur ökologischen Optimierung der Wiesenpflege. Denisia 03: 151–176.
42. Lang H., C. Lang & **R. Raab (2002):** Insekt des Jahres 2002 – Steckbrief Quelljungfer (Cordulegaster sp.). Beiträge zur Entomofaunistik 3: 192–193.
43. Chovanec A. & **R. Raab (2002):** Die Libellenfauna (Insecta: Odonata) des Tritonwassers auf der Donauinsel in Wien – Ergebnisse einer Langzeitstudie, Aspekte der Gewässerbewertung und Bioindikation. Denisia 03: 63–79.

44. **Raab R. (2000):** Libellen – Anregungen zu ihrem Schutz. Broschüre WWF-Österreich. 24 pp.
45. **Raab R. & J. Wolf (2000):** Für die Großtrappe. G'stettn 49: 14–18.
46. **Raab R. & E. Chwala (2000).** Die Libellen (Insecta: Odonata) des dynamischen Alarmsystems der Donau bei Regelsbrunn (Niederösterreich). Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 31: 125–147.
47. **Raab R. & E. Chwala (1999):** The Red List of dragonflies in Lower Austria. Anax 2 (1): 46.
48. **Raab R. (1999):** Die ersten Brutnachweise der Schellente in Niederösterreich. Vogelkundliche Nachrichten aus Ostösterreich 10: 82–86.
49. **Raab R. (1998):** Die Libellen- und Vogelfauna im Waldviertel. Ergebnisse der 1997 und 1998 im Rahmen des WWF-Life-Projektes „Feuchtgebietsmanagement Oberes Waldviertel“ in 12 Projektgebieten im nordwestlichen Waldviertel (Niederösterreich) durchgeführten Libellen- und Vogelkartierungen. WWF Forschungsbericht 15: 9–46.
50. Laister G., G. Lehmann & **R. Raab (1996):** Beobachtung des reversiblen, temperaturabhängigen Farbwechsels bei *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840) und *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758) (Zygoptera: Coenagrionidae). Anax 1 (2): 77–78.
51. **Raab R. (1994):** Bibliographie zur Libellenfauna Österreichs. Anax 1 (1): 10–23.
52. **Raab R. (1993):** Beitrag zur Kenntnis der Libellenfauna des Pressegger Sees und anderer Gewässer des Gailtales (Kärnten) (Insecta: Odonata). Carinthia II, Klagenfurt, 183./103.: 443–452.

Technical and scientific reports (examples)

53. **Raab R., E. Julius, S. Raab, N. Schönemann, C. Schütz, P. Spakovszky, G. Wichmann, A. Traxler, M. Bierbaumer, H. Jaklitsch, B. Strohmaier, S. Wegleitner & T. Zuna-Kratky (2013):** Eignungs- und Ausschlussflächen für die Widmung von Windkraftanlagen für acht Gemeinden im Marchfeld aus der Sicht des Vogelschutzes. Unveröff. Studie im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und in Abstimmung mit den betroffenen Gemeinden und Windkraftbetreibern. 94 pp.
54. **Raab R., S. Raab & T. Kaufmann (2011):** Erfolgreicher Schutz der westpannonischen Population der Großtrappe. Laienbericht des LIFE Projektes „Grenzüberschreiten-der Schutz der Großtrappe in Österreich“ im Auftrag der Österreichischen Gesellschaft Großtrappenschutz. 12 pp. (In German and English version under: www.grosstrappe.at in the chapter LIFE Projekte 2004-2010 under LIFE Laienbericht deutsch or LIFE Layman's Report English as pdf).

- 55. Raab R. & T. Kaufmann (2011):** Technical Final Report. Unveröff. Endbericht des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ im Auftrag der Österreichischen Gesellschaft Großtrappenschutz. 76 pp. + Annex. (In German version under: www.grosstrappe.at in the chapter LIFE Projekte 2004-2010 under LIFE Technical Final Report as pdf).
- 56. Bieringer G. & R. Raab (2010):** Umsetzungskonzept zur Erhaltung und zum Schutz des Triels in den beiden Vogelschutzgebieten „Sandboden und Praterterrasse“ (AT1213V00) und „Steinfeld“ (AT1210000). Unveröff. Studie im Auftrag der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz. 108 pp.
- 57. Dvorak M., G. Wichmann, H.-M. Berg, A. Traxler, S. Wegleitner & R. Raab (2009):** Rahmenbedingungen für den Ausbau von Windkraftanlagen im Bezirk Neusiedl am See aus der Sicht des Vogelschutzes. Unveröff. Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung. 57 pp. + Annex.

List of presentations in conferences and meetings (examples, in German) (2013.09.05)

- Raab, R. (2013): Die Großtrappe in Österreich – die aktuelle Situation sowie Ziele und Maßnahmen des laufenden LIFE+ Artenschutzprojektes. (Vortrag) BirdLife-Veranstaltung in Wien (A) am 8.5.2013.
- Raab, R. (2013): Die Großtrappe – Maßnahmen zum Schutz des schwersten flugfähigen Vogels Eurasiens. (Vortrag) „The Pannonian Bird Experience“ in Illmitz (A) am 19.4.2013.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2013): The distribution of Great Bustard in Austria and the distribution of the whole West Pannonian Great Bustard population. (Vortrag) Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe in Szarvas (HU) am 8.4.2013.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2013): The Austrian agri-environmental scheme for Great Bustard. (Vortrag) Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe in Szarvas (HU) am 8.4.2013.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2013): Endangering factors and their effect on adult birds and conservation activities thereof – some results from the Austrian LIFE and LIFE+ project and other scientific results. (Vortrag) Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe in Szarvas (HU) am 8.4.2013.
- Raab, R., Zuna-Kratky, T. & Kaufmann, T. (2013): Vorstellung des geplanten LIFE+ Projektes „Restoring Danube-Morava floodplain“. (Vortrag) Martha-Forum in Wien (A) am 20.3.2013.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2013): Der Einfluss von Freileitungen auf die westpannonische Population der Großtrappe sowie Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projektes Großtrappe. (Vortrag) 3. Ornithologischer Kongress des Komitats Győr-Moson-Sopron in Kapuvár (HU) am 2.3.2013.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2013): Monitoring der Großtrappe in den Gebieten Parndorfer Platte – Heideboden, Mosonszolnok und Hanság 2002-2012 sowie Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projektes Großtrappe. (Vortrag) Österreichisch-ungarisches OrnithologInnen-Treffen in Illmitz (A) am 21.1.2013.
- Raab, R. & Julius, E. (2012): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – das Jahr 2012 sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Jahreshauptversammlung des Trappenschutzvereins „Grüne Welt“ in Sitzendorf (A) am 11.12.2012.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2012): Natura 2000-Vogelschutzgebiete und LIFE als Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen am Beispiel des grenzüberschreitenden Artenschutzprojektes Großtrappe. (Vortrag) Schutzgebietsmanagement und Wildtiere in Mitteleuropa. BOKU in Wien (A) am 5.12.2012
- Raab, R. & Julius, E. (2012): Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projekts „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich – Fortsetzung“ LIFE09 NAT/AT/000225. (Vortrag) 14. LIFE Natur-Plattform in Illmitz (A) am 9.5.2012.
- Raab, R. (2012): Die Großtrappe – Schutzmaßnahmen in einem LIFE+ Projekt. (Vortrag) „The Pannonian Bird Experience“ in Illmitz (A) am 20.4.2012.
- Raab, R. (2012): Das Life+ Projekt „Großtrappe“ – aktuelle Situation sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Veranstaltung für die Mitarbeiter der St. Martins Lodge in Frauenkirchen (A) am 26.3.2012.
- Raab, R. & Julius, E. (2012): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – aktuelle Situation sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Ausschusssitzung Bezirksbauernkammer Hollabrunn in Sitzendorf (A) am 19.3.2012.

- Wichmann, G. & Raab, R. (2011): Der Bezirk Gänserndorf – wertvoller Lebensraum für schutzbedürftige Vogelarten und wertvoller Standort für Windkraftanlagen. (Vortrag) Bürgermeistertreffen auf der BH Gänserndorf in Gänserndorf (A) am 22.12.2011.
- Raab, R. & Julius, E. (2011): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – das Jahr 2011 sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Jahreshauptversammlung des Trappenschutzvereins „Grüne Welt“ in Sitzendorf (A) am 6.12.2011.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2011): Natura 2000-Vogelschutzgebiete und LIFE als Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen am Beispiel des grenzüberschreitenden Artenschutzprojektes Großtrappe. (Vortrag) Schutzgebietsmanagement und Wildtiere in Mitteleuropa. BOKU in Wien (A) am 16.11.2011
- Raab, R. (2012): Das Life+ Projekt „Großtrappe“ – aktuelle Situation sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Veranstaltung für die Mitarbeiter der St. Martins Lodge in Frauenkirchen (A) am 26.3.2012.
- Raab, R. & Julius, E. (2012): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – aktuelle Situation sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Ausschusssitzung Bezirksbauernkammer Hollabrunn in Sitzendorf (A) am 19.3.2012.
- Wichmann, G. & Raab, R. (2011): Der Bezirk Gänserndorf – wertvoller Lebensraum für schutzbedürftige Vogelarten und wertvoller Standort für Windkraftanlagen. (Vortrag) Bürgermeistertreffen auf der BH Gänserndorf in Gänserndorf (A) am 22.12.2011.
- Raab, R. & Julius, E. (2011): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – das Jahr 2011 sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Jahreshauptversammlung des Trappenschutzvereins „Grüne Welt“ in Sitzendorf (A) am 6.12.2011.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2011): Natura 2000-Vogelschutzgebiete und LIFE als Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen am Beispiel des grenzüberschreitenden Artenschutzprojektes Großtrappe. (Vortrag) Schutzgebietsmanagement und Wildtiere in Mitteleuropa. BOKU in Wien (A) am 16.11.2011
- Raab, R. & Škorpíková, V. (2011): Recent development of the Great Bustard (*Otis tarda*) populations in the Czech Republic and in Austria. (Vortrag) Ornithological conference of the Czech Society for Ornithology in Mikulov (CZ) am 7.10.2011.
- Raab, R. & Julius, E. (2011): Ergebnisse des abgeschlossenen LIFE Projekts „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077 sowie Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projekts „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich – Fortsetzung“ LIFE09 NAT/AT/000225. (Vortrag) 13. LIFE Natur-Plattform in Spittal an der Drau (A) am 29.6.2011.
- Raab, R., Spakovszky, P., Raab, S., Schütz, C. & Julius, E. (2011): Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Mitteleuropa im Rahmen des neuen LIFE+Projektes. (Vortrag) Russische Delegation in Illmitz (A) am 8.6.2011.
- Raab, R., Spakovszky, P., Raab, S., Schütz, C. & Julius, E. (2011): Cross-border protection of the Great Bustard in Central Europe within the new LIFE+ Project. (Vortrag) Serbische Delegation in Deutsch Jahrndorf (A) am 10.5.2011.
- Raab, R. (2011): Libellen – faszinierende Insekten. (Vortrag) Einladung zur Buchpräsentation „Libellen im Bezirk Melk“ in Wien (A) am 4.5.2011.
- Raab, R. (2011): Die Großtrappe – das LIFE+ Projekt. (Vortrag) „The Pannonian Bird Experience“ in Illmitz (A) am 16.4.2011.
- Raab, R. & Julius, E. (2011): Grenzenloser Artenschutz für die westpannonische Population der Großtrappe (*Otis tarda*) im Weinviertel – LIFE-Projekte. (Vortrag) Informationsveranstaltung in Sitzendorf (A) am 27.2.2011.

- Raab, R. (2011): Das LIFE+ Projekt „Großtrappe“ LIFE09 NAT/AT/000225 – eigene Erfahrungen einer erfolgreichen LIFE+ Einreichung. (Vortrag) „LIFE+ Information Session 2011“ in Wien (A) am 14.3.2011.
- Raab, R. (2011): Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projektes „Großtrappe“. (Vortrag) LIFE+ "Kick-off" Veranstaltung in Bonn (D) am 10.2.2011.
- Raab, R. & Julius, E. (2010): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – das Jahr 2010 sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Jahreshauptversammlung des Trappenschutzvereins „Grüne Welt“ in Sitzendorf (A) am 2.12.2010.
- Raab, R. (2010): Ziele und Maßnahmen des LIFE+ Projektes „Großtrappe“ und aktuelles zur Großtrappe in Österreich bzw. im gesamten westpannonischen Raum. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE+ Projekt „Großtrappe“, „1. Projektbeiratstreffen“ in Eisenstadt (A) am 1.12.2010.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2010): Natura 2000-Vogelschutzgebiete und LIFE als Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen am Beispiel des grenzüberschreitenden Artenschutzprojektes Großtrappe. (Vortrag) Schutzgebietsmanagement und Wildtiere in Mitteleuropa. BOKU in Wien (A) am 23.11.2010
- Raab, R., Spakovszky, P., Raab, S., Schütz, C. & Julius, E. (2010): The catalysing role of Species Conservation Teams – key drivers of plan implementation: Cross-border protection of the Great Bustard in Central Europe within LIFE projects as an example. (Vortrag) International Conference, Bird Conservation in the European Union: PLANNING FOR RECOVERY ACTION AND SUSTAINABLE USE 23-24 November 2010 in Brussels (B) am 23.11.2010.
- Raab, R., Spakovszky, P., Raab, S., Schütz, C. & Julius, E. (2010): Grenzenloser Artenschutz für die westpannonische Population der Großtrappe (*Otis tarda*) – LIFE-Projekte. (Vortrag) 10 Jahre Netzwerk Natur in Wien in Wien (A) am 12.11.2010.
- Raab, R. & Julius, E. (2010): Ergebnisse des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077 und kurze Vorschau auf das neue LIFE+ Projekt „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich - Fortsetzung“ LIFE09 NAT/AT/000225. (Vortrag) 12. LIFE Natur-Plattform in Admont (A) am 16.9.2010.
- Raab, R. (2010): Zukünftige Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“, „4. Projektbeiratstreffen“ in Deutsch Jahrndorf (A) am 21.4.2010.
- Raab, R. & Julius, E. (2010): Neueste Ergebnisse zur GIS Analyse des Trappenlebensraumes im LIFE Projekt – Teilgebiet „Westliches Weinviertel“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“, „4. Projektbeiratstreffen“ in Deutsch Jahrndorf (A) am 21.4.2010.
- Raab, R. (2010): Aktuelles zur Großtrappe in Österreich bzw. im gesamten westpannonischen Raum. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“, „4. Projektbeiratstreffen“ in Deutsch Jahrndorf (A) am 21.4.2010.
- Raab, R. (2010): Bereits umgesetzte Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“, „4. Projektbeiratstreffen“ in Deutsch Jahrndorf (A) am 21.4.2010.
- Raab, R. & Kaufmann, T. (2010): Das eingereichte LIFE+ Projekt „Großtrappe“ – Zwischenstand. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“, „4. Projektbeiratstreffen“ in Deutsch Jahrndorf (A) am 21.4.2010.
- Schütz, C & Raab, R. (2010): Schutz der Großtrappe im Hanság. (Vortrag) Vollversammlung des Vereins „Interessensgemeinschaft Hanság“ in St. Andrä (A) am 4.2.2010.

- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2009): LIFE project: Cross-border protection of the Great Bustard in Austria. (Vortrag) Transnationales Projekttreffen TransEcoNet – Transnational Ecological Networks “Facing the reality – Challenges for research on transnational ecological networks” in Illmitz (A) am 4.12.2009.
- Raab, R. & Julius, E. (2009): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – das Jahr 2009 sowie Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Jahreshauptversammlung des Trappenschutzvereins „Grüne Welt“ in Sitzendorf (A) am 2. Dezember 2009.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2009): Cross-border protection of the Great Bustard in Austria – results of the ongoing LIFE project and priority objectives for the future. (Vortrag) Great Bustard workshop in Bratislava (SK) am 27.11.2009.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2009): Natura 2000-Vogelschutzgebiete und LIFE als Instrumente zur Umsetzung von Maßnahmen am Beispiel des grenzüberschreitenden Artenschutzprojektes Großtrappe. (Vortrag) Schutzgebietsmanagement und Wildtiere in Mitteleuropa. BOKU in Wien (A) am 23.11.2009
- Raab, R. (2009): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – aktuelle Situation und Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Informationsveranstaltung im Rahmen des LIFE Projektes für die Jägerschaft im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel in Straning (A) am 9.10.2009.
- Raab, R. & Julius, E. (2009): Das LIFE Projekt „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077. (Vortrag) Rotary Club Wien-Schwechat in Wien (A) am 22.9.2009.
- Raab, R. & Julius, E. (2009): Projekt-Fortschritte des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077. (Vortrag) 11. LIFE+ Natur-Plattform in Waldkirchen am Wesen (A) 10.9.2009.
- Raab, R. & Julius, E. (2009): Monitoring gemeinsam mit LandwirtInnen am Beispiel des Trappenprojektes Westliches Weinviertel“ . (Vortrag) Tierökologische Beobachtungen durch LandwirtInnen – Ideen und Machbarkeit in Wien (A) am 24.4.2009.
- Raab, R. (2009): Die Entwicklung der Trappenpopulation im Projekt – Teilgebiet „Parndorfer Platte – Heideboden“. (Vortrag) Generalversammlung der IG Europaschutzgebiet Parndorfer Platte – Heideboden in Zurndorf (A) am 17.3.2009.
- Raab, R. (2009): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – aktuelle Situation und Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Informationsveranstaltung im Rahmen des LIFE Projektes für die Jägerschaft im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel in Sitzendorf (A) am 18.2.2009.
- Raab, R. (2009): Schutz der Großtrappe im Hanság. (Vortrag) Vollversammlung des Vereins „Interessensgemeinschaft Hanság“, in Andau (A) am 6.2.2009.
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2009): Überblick über den aktuellen Stand des LIFE Projektes. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „3. Projektbeiratstreffen“, Deutsch Jahrndorf (A) am 21.1.2009
- Raab, R., Spakovszky, P. & Julius, E. (2008): Scientific results from the Austrian LIFE project. (Vortrag) Scientific Symposium on the Conservation of Great Bustard in Middle Europe, Feodosia (UA) am 9.11.2008
- Raab, R. & Julius, E. (2008): Projekt-Fortschritte des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077. (Vortrag) 10. LIFE Plattform in Murau (A) am 11.6.2008.
- Raab, R. Spakovszky, P. & Julius, E. (2008): Túzokvédelem Ausztriában – Großtrappenschutz in Österreich“. (Vortrag) Ungarische Konferenz „Madárvédelem a villamos hálózatokon kiállítás és szakmai konferencia“ in Budapest (HU) am 5.6.2008.

- Raab, R. (2008): Ziele des Trappenschutzes im SPA „Westliches Weinviertel“ (Vortrag) Treffen mit Vertretern der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, in Goggendorf (A) am 23.4.2008.
- Raab, R. (2008): Vegetation, Tagfalter, Libellen und Vögel auf der Donauinsel: Vorschläge zur ökologischen Optimierung der Wiesenpflege. (Vortrag) Workshop „Donauinsel – Wiesenmanagement“, Wien (A) am 27.3.2008
- Raab, R. (2008): Bereits umgesetzte Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „Youth in Europe“, Jarovce (SK) am 12.3.2008
- Raab, R. (2008): Trappenprojekt Marchfeld – aktuelle Situation, Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Informationsveranstaltung im Rahmen des LIFE Projektes für die Jägerschaft im Projekt – Teilgebiet Marchfeld in Eckartsau (A) am 1.3.2008.
- Raab, R. (2007): Erste Ergebnisse zur GIS-Analyse des Trappenlebensraumes im LIFE Projekt – Teilgebiet „Parndorfer Platte – Heideboden“ (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „2. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 6.12.2007
- Raab, R. (2007): Zukünftige Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „2. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 6.12.2007
- Raab, R. (2007): Bereits umgesetzte Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „2. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 6.12.2007
- Raab, R. (2007): Die Entwicklung der Trappenpopulation im Projekt – Teilgebiet „Parndorfer Platte – Heideboden“. (Vortrag) IG Europaschutzgebiet Parndorfer Platte – Heideboden, Zurndorf (A) am 28.11.2007
- Raab, R. (2007): Trappenprojekt Marchfeld – aktuelle Situation, Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Informationsveranstaltung im Rahmen des LIFE Projektes für die Jägerschaft im Projekt – Teilgebiet Marchfeld in Lassee (A) am 13.11.2007.
- Raab, R. (2007): Cross-border conservation of the West-Pannonian Great Bustard population in Austria, Czech Republic, Hungary and Slovakia and conservation measures in agricultural habitats in Austria. (Vortrag) European seminar “Which is the best conservation strategy for the protection of Bustards in Europe: reinforcement/reintroduction of populations or habitat conservation measures?”, Zoodyssée (F) am 6.10.2007.
- Raab, R. Spakovszky, P., Rybanič, R, Škorpíková, V. & Julius, E. (2007): Distribution and movements of the West-Pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population: influence on the cross-border conservation. (Vortrag) European Ornithologists' Union, sixth conference in Wien (A), am 28.8.2007.
- Raab, R. (2007): Trappenprojekt Westliches Weinviertel – aktuelle Situation und Ziele und Maßnahmen in den nächsten Jahren. (Vortrag) Informationsveranstaltung im Rahmen des LIFE Projektes für die Jägerschaft im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel in Sitzendorf (A) am 13.7.2007.
- Raab, R. (2007): Projekt-Fortschritte des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ LIFE05 NAT/A/000077. (Vortrag) 9. LIFE Plattform in Reutte (A) am 23.5.2007.
- Raab, R. & Julius, E. (2007): Actual situation of the Austrian LIFE Project. (Vortrag) Great Bustard LIFE Projects Meeting, Bratislava (SK) am 17.1.2007.

- Raab, R. (2006): Ziele des LIFE Projektes „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „1. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 13.12.2006
- Raab, R. (2006): Zukünftige Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „1. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 13.12.2006
- Raab, R. (2006): Bereits umgesetzte Maßnahmen im LIFE Projekt „Großtrappe“. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG), LIFE Projekt „Großtrappe“ „1. Projektbeiratstreffen“, Zurndorf (A) am 13.12.2006
- Raab, R. (2006): Doctoral dissertation “Foundations for the conservation of the west-pannonian Great Bustard (*Otis tarda*) population”. (Vortrag) Seminar in Population Ecology, Wien (A) am 21.11.2006
- Raab, R. (2006): Predation – Research activities in Austria. (Vortrag) Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, Mosonmagyaróvár (HU) von 11.11. – 12.11.2006.
- Raab, R. (2006): Agri-environmental measures – Research activities in Austria. (Vortrag) Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, Mosonmagyaróvár (HU) von 11.11. – 12.11.2006.
- Raab, R. (2006): Habitat use – Research activities in Austria. (Vortrag) Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, Mosonmagyaróvár (HU) von 11.11. – 12.11.2006.
- Raab, R. (2006): Infrastructure – Research activities in Austria. (Vortrag) Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, Mosonmagyaróvár (HU) von 11.11. – 12.11.2006.
- Raab, R. & Julius, E. (2006): Infrastructure – Introductory presentation. (Vortrag) Great Bustard MoU Meeting. European Technical Workshop on Comparative Research, Mosonmagyaróvár (H) von 11.11. – 12.11.2006.
- Raab, R. (2006): Libellen – Bedeutung dieser faszinierenden Insekten für den Naturschutz aus der Sicht eines Freiberuflers. (Vortrag) Fachgespräch der Österreichischen Entomologischen Gesellschaft, Illmitz (A) am 14.10.2006.
- Raab, R. (2006): Projekt-Fortschritte des LIFE Projektes „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ (LIFE05 NAT/A/000077). (Vortrag und Poster) 8. LIFE Plattform, Bregenz (A) am 11.5.2006.
- Raab, R. (2006): The management plan of the Great Bustard in Austria. (Vortrag). Natura 2000 Training Programme Workshop Hungary, Csopak (HU) am 19.4.2006
- Zuna-Kratky, T & Raab, R. (2005): Reaktionen von Vögeln auf Hochspannungs-Freileitungen – Erfahrungen aus Österreich. (Vortrag) VERBUND-Austrian Power Grid AG (APG) & Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG) Workshop "Markierungsmethoden bei Hochspannungsleitungen", Wien (A) am 5.12.2005.
- Raab, R. (2005): Kollisionen von Großtrappen an Freileitungen in Ostösterreich – Ausgangssituation für das LIFE Projekt. (Vortrag) VERBUND-Austrian Power Grid AG (APG) & Österreichische Gesellschaft Großtrappenschutz (ÖGG) Workshop "Markierungsmethoden bei Hochspannungsleitungen", Wien (A) am 5.12.2005.
- Raab, R. (2005): Cross-border Protection of the Great Bustard in Austria (LIFE05 NAT/A/000077). (Poster) Internationaler Workshop "Bustard Conservation in Europe in the last 15 Years – current trends, best practice and future priorities", Lissabon (P) von 23.11. – 25.11.2005.

- Raab, R. (2005): Conservation and Management of the Middle-European population of the Great Bustard (*Otis tarda*) – a European task. (Vortrag) SOVS Veranstaltung, Rusovce (SK) am 15.11.2005.
- Raab, R. (2005): Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich (LIFE05 NAT/A/000077). (Vortrag und Poster) LIFE "Kick-off" Veranstaltung, Freiburg (D) am 24.10.2005.
- Raab, R. (2005): Zum Einfluss der „Krähenvögel“ auf ausgewählte Vogelarten auf der Wiener Donauinsel. (Vortrag) Fachtagung "Wildvögel im urbanen Bereich", Tiergarten Schönbrunn (A) am 20.10.2005
- Raab, R. (2004): New cross-border initiative against collision with power lines. (Vortrag) MoU on the Great Bustard, Scientific Symposium 2004, Illmitz (A) am 15.9.2004.
- Raab, R., Kovacs, F. & Timar, J. (2004): Schutz und Management der mitteleuropäischen Population der Großtrappe – eine europäische Herausforderung. (Vortrag) BirdLife Österreich Jahrestagung 2004, Wien (A) am 22.5.2004.
- Raab, R. (2003): Implementing Rural Development Plans in EU Accession Countries of Central and Eastern Europe – Great Bustard Species Conservation Project, Project Areas: Western Weinviertel, Marchfeld and Raasdorf. (Vortrag) Seminar for Knowledge Exchange organised by BMLFUW, WWF, EU Enlargement, Land NÖ, Wartberg (A) am 24.11.2003.
- Raab, R. (2003): Die Brutvögel der Wiener Donauinsel. (Vortrag) BirdLife Österreich, Wien (A) am 15.5.2003.
- Raab, R. (2002): Conservation and Management of the Middle-European population of the Great Bustard (*Otis tarda*) – a European task. (Vortrag) Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS), Bonn (D) am 19.9.2002
- Raab, R. (2002): Die Quelljungfern – Österreichs Insekten des Jahres 2002. (Vortrag) Lanius, St. Pölten (A) am 21.6.2002.
- Raab, R. (2002): Maßnahmen zum Schutz der Großtrappe in Österreich. (Vortrag) Bgld. Naturschutztag, Illmitz (A) am 25.5.2002.
- Raab, R. (2002): Libellen als Bioindikatoren zur Überprüfung der Wirksamkeit von Revitalisierungsmaßnahmen an Flüssen im Stadtgebiet von Wien. (Vortrag) 21. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, Worms (D) am 24.3.2002.
- Raab, R., Gepp, J., Lang, C. & Lang, H. (2002): Österreichs Insekten des Jahres 2002. Die Quelljungfern. (Vortrag) Österreichische Entomologische Gesellschaft – ÖEG-Kolloquium, Innsbruck (A) am 9.3.2002.
- Raab, R. (2001): Libellen und Vögel auf der Donauinsel und in der Lobau. (Vortrag) Naturfreunde Penzing, Wien (A) am 2.5.2001.
- Raab, R. (2001): Evaluierung des Erfolges von Revitalisierungsmaßnahmen im Wiener Schutzwasserbau – Testgebiete Wienfluss und Mauerbach. Ergebnisse 1999 und 2000 im Fachbereich Libellen. (Vortrag) Magistratsabteilung 45 – Wasserbau, Wien (A) am 21.3.2001.
- Raab, R. (2000): Die Bedeutung der Libellen im angewandten Naturschutz. (Vortrag) Österreichische Gesellschaft für Entomofaunistik, Wien (A) am 23.11.2000.
- Raab, R. (2000): Wasservögel und Libellen an den Waldviertler Fischteichen. (Vortrag) BirdLife Österreich, Wien (A) am 5.4.2000.
- Raab, R. (2000): Das Jahr der Schmetterlinge und Libellen im Raum Wien. (Vortrag) Naturfreunde Penzing, Wien (A) am 30.3.2000.

- Raab, R. (1997): Libellen und die Teichwirtschaftsleitlinien des NÖ Landschaftsfonds. (Vortrag) 10. Treffen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft Libellen, Wien (A) am 29.11.1997.
- Raab, R. & Chwala, E. (1996): The Red List of dragonflies in Lower Austria (Vortrag) 2nd Odonatological Symposium of the Alps-Adriatic regional Community, Deutsch-Wagram (A) am 16.7.1996.
- Raab, R., Csekits, C. & Formayer, H. (1995): Libellen – Bioklimatologie? Zwischenbilanz zu den Ergebnissen des interdisziplinären Projektes „Libellen und Bioklimatologie“. (Vortrag) Arbeitstagung „Der Gewässerkorridor MFKS und sein ökologisches Potential“ 14./15. November 1995, Deutsch-Wagram (A) am 14.11.1995.
- Raab, R., Chovanec, A. & Wiener, A. K. (1995): Aspects of habitat selection of adult dragonflies at the „Tritonwasser“ in Vienna. (Vortrag) XIIIth International Symposium of Odonatology, Essen (D) am 24.8.1995.
- Raab, R. (1995): Die Besiedlung des Marchfeldkanals (Niederösterreich) durch Libellen (Odonata). (Vortrag) 14. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen, Alexisbad/Harz (D) am 26.3.1995.
- Raab, R. (1994): Die Besiedlung des Marchfeldkanals (Niederösterreich) durch Libellen (Odonata). (Poster) 1st Odonatological Symposium of the Alps-Adriatic regional Community, Maribor (SLO) von 3.-7.7.1994.
- Raab, R. (1994): Zu den Quellen des Nils – Uganda-Exkursion 1994. (Vortrag) 6. Treffen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft Libellen, Bürs (A) am 11.6.1994.
- Kollar, H. P. & Raab, R. (1993): Zoologische Sukzessionsstudien am Marchfeldkanalsystem. (Vortrag) Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt Marchfeldkanal Herbst-Colloquium 25./26. November 1993, Deutsch-Wagram (A) am 25.11.1993.